

UNIVERSITÉ DE LYON
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE
DE LYON

Année 1967 - N° 535

TITRE DE LA THÈSE

INFLUENCE DES CONDITIONS ECOLOGIQUES
ET DE LA SEXUALITÉ SUR LA COMPOSITION
BIOCHIMIQUE DU TISSU MUSCULAIRE
DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL D'ÉLEVAGE

(*Salmo gairdnerii* Richardson)

THÈSE

pour le Doctorat de l'Université de Lyon

Section de PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté Mixte
de Médecine et de Pharmacie de LYON

le 22 Juin 1967

par

René REYNAUD

né le 11 Septembre 1937

à LYON (Rhône)

UNIVERSITÉ DE LYON
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE
DE LYON

Année 1967 - N° 535

TITRE DE LA THÈSE

INFLUENCE DES CONDITIONS ECOLOGIQUES
ET DE LA SEXUALITÉ SUR LA COMPOSITION
BIOCHIMIQUE DU TISSU MUSCULAIRE
DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL D'ÉLEVAGE
(*Salmo gairdnerii* Richardson)

THÈSE

pour le Doctorat de l'Université de Lyon
Section de PHARMACIE
présentée et soutenue publiquement devant la Faculté Mixte
de Médecine et de Pharmacie de LYON
le 22 Juin 1967

par

René REYNAUD

né le 11 Septembre 1937

à LYON (Rhône)

FACULTE MIXTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

PERSONNEL de la FACULTE

Doyens Honoraires :

M. J. LEPINE - Membre de l'Institut
M. H. HERMANN - Correspondant de l'Institut

Doyen :

M. J.F. CIER

Assesseurs :

M. M. LEVRAT
M. J. DORCHE

Conseiller Administratif :

M. H. PRUVOST

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. PATEL - LEPINE - TRILLAT - GARIN - GATE -
GABRIELLE - SANTY - DUCLOS - GUILLEMINET -
HERMANN - ROCHET - POLLOSSON - ENSEIME -
WERTHEIMER - SARROUY - BANSSILLON -
DECHAUME - LACROIX

PROFESSEURS

MM. J. CIBERT	Clinique urologique
P. PONTIUS	Physique biologique (détaché à Beyrouth)
M. CHAMBON	Chimie organique et toxicologie
F. PAUPERT-RAVAULT	Clinique médicale B
R. FROMENT	Clinique et prophylaxie cardio-vasculaires

MM. P. CROIZAT	Clinique médicale C
P. MAILLET-GUY	Clinique chirurgicale A
L. REVOL	Pharmacie galénique
H. PIGEAUD	Clinique obstétricale
J. BOURRET	Médecine du Travail
M. LEVRAT	Clinique médicale A
R. SOHLER	Bactériologie - Virologie - Immunologie
G. NETIEN	Botanique et Cryptogamie
P. BERTRAND	Clinique chirurgicale C
A. BADINAND	Chimie analytique pharmaceutique
B. DREVON	Pharmacie chimique et Pharmacologie
L. ROCHE	Médecine légale et Déontologie
J. COUDERT	Parasitologie et Pathologie exotique
P. MOUNIER-KUHN	Clinique d'Oto-Rhino-Laryngologie et d'Audiophonologie.
L. PAUFIQUE	Clinique Ophtalmologique
H. THIERS	Clinique de Dermatologie, Syphiligraphie et Allergologie
J. BRUN	Clinique de Pneumophtisiologie
J. CREYSSSEL	Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique
M. DARGENT	Clinique carcinologique
M. BERGER (1)	Physique nucléaire appliquée à la Médecine
A. GUICHARD	Anatomie pathologique
P. GIRARD	Pathologie générale et expérimentale
M. GIRARD	Clinique médicale D
M. LATARJET	Anatomie
R. PEYCELON	Clinique chirurgicale B
A. VACHON	Pathologie médicale
P. GALY	Physio-pathologie des voies respiratoires
J. PAPILLON	Radiologie
M. JEUNE	Clinique médicale infantile et Hygiène du 1er âge
A. GONIN	Thérapeutique
P. MONNET	Clinique médicale infantile B
J. CHATONNET	Physiologie B
P. GUINET	Clinique endocrinologique
H. COLLET (1)	Chimie générale et pharmaceutique
A. TRILLAT	Clinique de Chirurgie orthopédique
Ch. FREIDEL	Clinique stomatologique
J. MARION	Clinique de Chirurgie et d'Orthopédie infantiles
J. DORCHE	Matière médicale et Législation pharmaceutique
L. MANSUY (1)	Neurochirurgie
L. REVOL (1)	Hématologie
J. LECUIRE	Neurochirurgie

(1) Professeurs à titre personnel.

MM. H. LIARAS (1)	Clinique chirurgicale propédeutique
L. PERROT	Chimie
J.F. CIER	Physiologie A
J. PERRIN	Thérapeutique chirurgicale et Chirurgie opératoire
P. GOINARD (1)	Clinique thérapeutique chirurgicale et chirurgie expérimentale
P. MICHAUD	Clinique de Chirurgie cardiaque
M. PONT (1)	Médecine générale
J. TRAEGER (1)	Pathologie métabolique et rénale
J. MATHIEU	Clinique gynécologique
G. FAUCON	Biologie médicale et Pharmacodynamie
A. BERTOYE	Clinique des Maladies infectieuses
G. VIGNON	Hydrologie thérapeutique, Climatologie et Ecologie sociale
D. VINCENT	Biochimie appliquée
A. CIER	Pharmacodynamie
L. COLOBERT	Chimie biologique et médicale
X.....	Pathologie chirurgicale
X.....	Clinique neuro-psychiatrique et d'Hygiène mentale
X.....	Physiologie et Pathologie obstétricales
X.....	Hygiène et Action sanitaire et sociale
X.....	Histologie et Embryologie

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. ROMAN	Parasitologie
FEROLDI	Anatomie pathologique
MORET	Physique biologique
ODDOUX	Botanique et Cryptogamie
de SOLLIERS	Chimie analytique
DESPIERRES	Médecine générale
GARIN	Parasitologie
TOLOT	Médecine du Travail
THIVOLET	Hygiène
MALLEIN	Chimie analytique
PINET	Electro-Radiologie
COLOMB	Dermatologie

MAITRES DE CONFERENCES AGÉES TITULAIRES

MM. CREYSSSEL R.	Chimie biologique
CUYOTAT	Neuro-psychiatrie
DESCOTES	Chirurgie générale

(1) Professeurs à titre personnel.

MM. JOUVET	Pathologie expérimentale
PEYRIN	Physique biologique
TOMMASI	Anatomie pathologique
BUFFARD	Electro-radiologie
LEJEUNE	Médecine générale et thérapeutique
DE MOURGUES Fr.	Stomatologie
NAUSSAC	Maladies infectieuses
REBOUILLAT	Chirurgie générale
ROMAGNY	Pédiatrie
DELAHAYE	Médecine générale
DELEUZE	Anesthésiologie
GIRAUD	Electro-radiologie diagnostic et thérapeutique
MICHEL	Anesthésiologie
FRANCOIS	Pédiatrie et Puériculture
MICHOULIER	Chirurgie générale
LAMBERT	Médecine générale
FRIES	Médecine générale
GILLY	Pédiatrie
ROBERT	Médecine générale
BOUCHET	Anatomie
BETHENOD	Pédiatrie
GERMAIN	Immunologie, sérologie, hématologie
KALB	Pneumo-phtisiologie
LARBRE	Pédiatrie
SOUSTELLE	Chirurgie générale
VIALA	Médecine générale
VINCENT	Bactériologie, parasitologie, virologie
GIROD	Histologie et Embryologie
GRAS	Chimie biologique
COLIN	Médecine légale
BERTRAND	Chimie biologique
MARET	Chirurgie générale
VIALIER-RAYNARD	Bactériologie
CHOLLAT	Electro-radiologie
FLEURETTE	Bactériologie
FLANDROIS	Physiologie
MOREL	Hématologie
TERMET	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
FREDERICH	Pharmacologie
DAUDET	Chirurgie infantile
BRUNE	Médecine générale et Thérapeutique
LOMBARD-PLATET	Chirurgie générale
BOUVIER	Rhumatologie
FREYCON	Pédiatrie
LAPRAS	Neuro-chirurgie
PELLET	Physiologie
DUQUESNEL	Electroradiologie
DEJOUR	Orthopédie et Traumatologie

MM. MOULIN	Dermato-Vénérologie
PERRIN-FAYOLLE	Pneumo-phtisiologie
PALIARD	Médecine générale et Thérapeutique
MORGON	O. R. L.
PAUPERT-RAVAULT M.	Ophtalmologie
MOTIN	Anesthésiologie
PASQUIER	Médecine générale et Thérapeutique
VAUZELLE	Anatomie pathologique
CZYBA	Histologie et Embryologie
CABANAC	Physiologie
TOURAINÉ	Pneumo-phtisiologie
BEL	Médecine générale et Thérapeutique
CHARVET	Gynécologie obstétrique
BRAILLON	Anatomie et Chirurgie générale
VILLIERS	Chirurgie générale
LOUISOT	Chimie biologique et Chimie des Explorations fonctionnelles
COURJON	Neuro-psychiatrie
MORNEX	Médecine générale

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES STAGIAIRES

MM. FAVRE-GILLY	Hématologie
RIFFAT	Hygiène
ROLLET	Pharmacie galénique
BIZOLLON	Physique

AGREGES EN EXERCICE

MM. BONAMOUR	Ophtalmologie
FRANCILLON	Chirurgie générale
NOTTER	Gynécologie obstétricale
de MOURGUES G.	Chirurgie générale
DUMONT Martial	Obstétrique
SCHOTT	Neuro-psychiatrie
DEVIC	Médecine générale
SAUBIER	Chirurgie générale
DURAND	Urologie
HUGONNIER	Ophtalmologie
ALLEGRE	Neuro-chirurgie
GARDE	Médecine générale
FAYSSE	Orthopédie

MM. GAILLARD	Oto-rhino-laryngologie
PERRIN A.	Médecine générale
NORMAND	Médecine générale
MOUNIER-KUHN A.	Chirurgie générale
CHASSARD	Electro-radiologie
GARMIER	Obstétrique
DUMAS	Stomatologie
SCHNEPP	Orthopédie
NOEL	Médecine générale

Examineurs de la Thèse :

- Président : M. le Professeur L. REVOL
- Assesseurs : MM. A. CIER
J.O. PEYRIN
J. GRAS

A MES PARENTS

Je leur offre ce travail, aboutissement
de tous leurs sacrifices.

Avec mon affection reconnaissante.

A MA FEMME

A MES ENFANTS

A MA SOEUR

A MON FRERE

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur Louis REVOL

Sa personnalité nous avait
séduit , et nous avons été très
heureux qu'il accepte de présider
notre jury.

Nous tenons à le remercier
et à l'assurer de notre profond
respect.

A NOS JUGES

Monsieur le Professeur A. CIER

Nous avons toujours admiré la
qualité de son enseignement.

Nous le remercions bien
vivement d'avoir accepté d'être notre
juge.

Monsieur le Professeur-Agrégé J.O. PEYRIN

Il nous a toujours réservé le
meilleur accueil.

Nous lui sommes très reconnaiss-
sant d'avoir accepté de juger cette thèse.

Monsieur le Professeur-Agrégé J. GRAS

Il nous a guidé tout au long de
ce travail, ne ménageant ni son temps, ni
sa peine.

Il a toujours cherché à
simplifier notre tâche.

Il nous a communiqué son goût
de la biochimie appliquée, ainsi que ses
nombreuses connaissances.

Qu'il veuille bien trouver ici
l'expression de notre gratitude et de
notre profond attachement.

A NOS MAITRES DE FACULTE

A NOS MAITRES DANS LES HOPITAUX

Nous tenons à remercier ici tous ceux
qui nous ont aidé à réaliser ce travail :

Monsieur le Commandant GAMOTY

Il nous a accordé une place
dans son laboratoire, nous a fait béné-
ficier de sa grande expérience, et nous
a donné de multiples conseils.

Qu'il accepte ici notre amicale
reconnaissance.

Le Personnel du laboratoire des subsistances.

L'Etablissement de pisciculture de Saint SAVIN

pour le matériel qu'il nous a fourni si
aimablement.

Madame Y. GUDEFIN, Technicienne

pour son aide précieuse et pour les
nombreux conseils techniques qu'elle
nous a si gentiment prodigués.

Dans le cadre d'une étude générale entreprise en vue de préciser le fonctionnement du métabolisme énergétique chez les êtres vivants, Monsieur le Professeur Agrégé Jean GRAS nous a demandé de réaliser une étude préliminaire systématique des variations biochimiques principales enregistrées au cours du cycle annuel de la truite Arc-en-Ciel d'élevage.

Les travaux relatifs à la composition en protides, glucides et lipides du tissu musculaire de la truite sont très fragmentaires. Il était nécessaire de faire avant tout autre étude, celle du cycle évolutif de ces composés. La connaissance de la composition fondamentale d'un tissu et des variations qui s'y produisent sous l'influence des divers facteurs écologiques est en effet indispensable à l'interprétation des mécanismes biochimiques complexes.

Le choix de la truite comme matériel d'expérimentation a été dicté par de nombreuses raisons :

Tout d'abord, elle constitue par son appartenance à la super-classe des poissons, un stade intermédiaire entre les invertébrés pour lesquels des études antérieures ont déjà été réalisées et les mammifères sur lesquels des travaux se poursuivent à l'heure actuelle.

Parmi les poissons, la truite d'élevage représente l'un des animaux les plus intéressants par son métabolisme extrêmement actif. En outre, sur le plan biochimique, les résultats obtenus peuvent être interprétés plus facilement, car dans les élevages spécialisés auxquels nous nous sommes adressés, ce poisson naît, se développe et se reproduit dans des conditions bien établies. Ainsi des paramètres importants qui sont sujets à des fluctuations considérables chez des espèces sauvages, n'interferrent pas lors de la discussion des résultats.

L'intérêt scientifique se double d'ailleurs, en l'occurrence, d'un intérêt économique et régional certain. Il existe dans la région Rhône - Alpes, de nombreux élevages dont la production se trouve largement "exportée" dans les régions voisines.

Cette production, comme nous le verrons par la suite, n'est d'ailleurs pas à l'abri d'affections pathologiques prenant parfois même des aspects épidémiologiques. Si certaines d'entre elles peuvent être jugulées par des traitements adéquats, certaines autres et en particulier les affections virales, laissent le producteur complètement impuissant. Il nous a semblé que le travail préliminaire que nous présentons pourrait être également utile à des travaux ultérieurs où les répercussions biochimiques de ces affections seraient étudiées.

-:-:-:-:-:-:-:-

NOTIONS ECOLOGIQUES, ZOOLOGIQUES

ET BIOLOGIQUES GENERALES

I -- VARIETES

II -- MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE

NOTIONS ECOLOGIQUES, ZOOLOGIQUES
ET BIOLOGIQUES GENERALES

Selon Pierre P. GRASSE (13), la truite arc-en-ciel (*Salmo irideus* Richardson) appartient au genre SALMO, de la sous-famille SALMONTINAE, de la famille des SALMONIDAE, du sous-ordre des SALMONOIDEI et du super-ordre des Téléostéens dans la super-classe des Poissons.

GRASSE remarque cependant "qu'une grande confusion règne encore actuellement en ce qui concerne la diagnose et la différenciation des espèces de Salmonidae"... "Pour les truites, on peut dire que chaque lac, chaque rivière et même chacun des secteurs d'une même rivière a sa variété locale distincte des autres par sa forme et sa coloration". Ceci explique que la truite arc-en-ciel (*S. irideus*) importée des Etats-Unis en Europe, n'est qu'une des innombrables formes de l'espèce américaine *S. gairdnerii* Richardson.

Des controverses ont longtemps agité les zoologistes sur la question de savoir si l'on devait considérer la truite comme un animal marin ou au contraire comme un animal d'eau douce. La discussion est encore très vive à ce sujet. Selon P. GRASSE : "Il est bien plus facile de comprendre un envahissement des eaux douces par les Salmonides marins, que l'envahissement des mers par des Salmonides d'eau douce". Les truites, originaires des eaux froides de l'hémisphère boréal, se sont installées le long des côtes au cours des périodes glaciaires, et au moment du retrait des glaces se sont localisées en eau douce.

La truite est essentiellement un poisson d'eau froide dans les zones polaires et tempérées de l'hémisphère boréal.

Ce sont des poissons migrateurs qui pratiquent la dévalaison. Lors de leur maturité sexuelle, sous la poussée génétique, ils abandonnent leur lieu de refuge habituel, remontent vers les ruisseaux dont l'eau est plus vive, plus aérée. Les truites des lacs fermés descendent dans les émissaires pour y trouver l'eau rapide où elles pondront ; ensuite elles regagnent leur lieu de séjour habituel.

-:-:-:-:-:-:-:-

I - VARIETES

1°) La Truite Arc-en-Ciel

Elle retiendra d'abord notre attention puisque c'est sur cette variété qu'a porté notre étude.

Elle fut importée d'Amérique en Europe vers 1880, son berceau étant situé dans les montagnes de la Sierra Nevada en Californie. Le nom Arc-en-Ciel (traduction du mot anglais RAINBOW) est une appellation très vague puisqu'elle convient à plusieurs variétés américaines ayant sur leurs flancs comme marque distinctive une large bande rouge irisée du plus bel effet. A l'importation, elle était la résultante de plusieurs croisements entre diverses espèces. D'autres croisements eurent lieu ensuite. Le résultat a été excellent, car la truite Arc-en-Ciel d'élevage est robuste et de croissance rapide.

La Truite Arc-en-Ciel d'élevage est un poisson superbe, aux couleurs chatoyantes, aux reflets irisés. Le corps est assez épais et sa hauteur est d'environ le quart de sa longueur. La tête est relativement petite avec une bouche moyennement fendue. Le dos est bleu indigo tirant sur le vert olivâtre : cette couleur descend sur les flancs, se dégradant en gris jaunâtre devenant presque blanchâtre sur le ventre. Cette coloration est susceptible de se modifier. Tout le corps, sauf la partie inférieure, est parsemé de points noirs ainsi que les nageoires ; la nageoire caudale est légèrement dessinée en accolade. La peau est épaisse et protège ainsi l'animal contre les chocs et certaines maladies. Une large bande rouge carmin chatoyante s'étend sur les côtés de la tête et à la naissance de la queue ce qui lui a valu son nom d'Arc-en-Ciel. La taille varie suivant la

température de l'eau, l'espace qui lui est réservé et la nourriture plus ou moins abondante dont elle dispose : la truite Arc-en-Ciel est douée d'une grande rapidité de croissance de par son appétit insatiable et de sa manière de chasser. Elle se montre, en outre, très rustique et les pertes sont relativement minimales en élevage.

Pendant la première année, elle porte, comme d'ailleurs toutes les variétés de truites, une livrée de jeunesse consistant en huit ou dix taches sombres sur les flancs qui disparaissent plus ou moins rapidement en approchant de la deuxième année.

Elle fraye dans nos régions de décembre à mars. La ponte a lieu dès l'âge de deux ans, mais ce n'est qu'à quatre ans que les oeufs donnent entière satisfaction. Certains animaux peuvent acquérir en élevage, grâce à des méthodes de sélection appropriées la faculté de pondre dès novembre. Cette capacité de ponte précoce ne constitue cependant pas pour l'animal un caractère définitif. Elle ne se réalise que dans les conditions d'élevage, car lorsque ces truites sont remises en rivière, elles se reproduisent de nouveau en hiver.

Les femelles peuvent vivre en pisciculture jusqu'à l'âge de 14 ans, mais dès l'âge de 8 ans, le rendement en oeufs diminue.

Les truites se reproduisent naturellement dans certaines rivières de France, soit sur place, soit après dévalaison lorsque les conditions adéquates, et en particulier la température de l'eau qui doit être assez basse, sont réunies.

Les eaux d'une température assez élevée lui conviennent très bien et elle supporte admirablement bien les conditions d'élevage. Le transport du lieu de production vers les centres de consommation s'effectue sans difficultés particulières.

En liberté, la Truite Arc-en-Ciel recherche surtout les insectes, les larves, les mollusques, les crevettes, les vers, certaines algues, ainsi que des petits poissons ; cependant à cause de la dimension exigüe de sa bouche, elle en consomme moins que certaines autres variétés.

Indiquons enfin qu'en général, la chair de la truite est ferme, délicate, d'une saveur agréable et de digestion facile.

2°) Les Autres Variétés

A - Variétés Américaines

Aux Etats-Unis, on trouve de nombreuses espèces de Truites Arc-en-Ciel, parmi lesquelles nous citerons :

a) SALMO GAIRDNERII ou SALMO STEELHEAD (Truite à Tête d'Acier) :

Sa couleur générale est argentée ; elle fréquente les eaux marines et remonte les fleuves pour y pondre comme les Saumons, et ceci plusieurs fois dans sa vie.

b) SALMO IRIDEUS :

dérive de la précédente, mais elle serait plus sédentaire.

c) SALMO SHASTA :

Elle se rencontre dans la Mac Cloud River qui prend sa source au pied du mont Shasta en Californie du Nord.

d) GOLDEN TROUT (truite dorée)

Elle se rencontre dans les eaux torrentielles de la Kern River vers 2000, 3000 mètres d'altitude à l'extrémité méridionale de la Sierra Nevada ; on en distingue plusieurs sous-variétés.

e) SALMO CLARKII :

Elle se rencontre dans les régions intermontagneuses de l'Amérique du Nord entre la Sierra Nevada et les Montagnes Rocheuses ; c'est semble-t-il la plus proche du type primitif. Aucune introduction en Europe n'a été faite. Elle se distingue par un signe caractéristique : elle porte des deux côtés sous la mâchoire une tache allongée rouge-vermillon, ce qui lui a valu les noms de Truite à Gorge Rouge ou Truite Ecorchée. Elle fraye au printemps.

f) SALVELINUS FONTINALIS (ou Truite des Fontaines) :

Cette variété est très voisine des précédentes ; elle est surtout localisée dans les rivières et les lacs du Canada.

B - Variétés Européennes

- SALMO FARIO (ou Truite Commune) :

Elle habite les cours d'eaux de notre continent ; elle n'a pas la robe très colorée de ses soeurs d'Outre-Atlantique.

Sa coloration est très variable suivant les eaux, le milieu fréquenté par elles, les fonds et la flore environnante. Le dos est vert olivâtre foncé, les flancs plus clairs et le ventre d'un jaune clair doré ou blanc jaunâtre. Des taches noires se voient dans la région dorsale, sur les côtés et les nageoires. Des points rouge-vif orangé cerclés de bleu pâle agrémentent la robe sombre.

La tête est forte, grande, le museau obtus, la nageoire caudale est coupée, les nageoires pectorales sont longues, plus développées que chez la Truite Arc-en-Ciel.

Elle fraye d'octobre à décembre, et sa croissance est assez lente. Contrairement à la Truite Arc-en-Ciel toujours en éveil et en mouvement pour rechercher sa nourriture, elle attend que le courant la lui apporte,

à l'ombre des buissons et des rochers, à une place qu'elle défend âprement. Elle est sédentaire, mais remonte cependant les courants pour frayer.

Les truites saumonées ne sont pas une variété distincte. C'est seulement la nourriture absorbée par elle, et en particulier certaines crevettes qui donne à sa chair la couleur rose qui les caractérise.

Plusieurs variétés sont là encore à dénombrer. Il faut cependant avouer qu'aucune classification n'existe, car des caractères morphologiques tenus pour spécifiques varient en fonction du milieu environnant, de la nourriture, du climat, de l'état thermique des eaux pendant la période de l'éclosion, de la résorption de la vésicule vitelline et de l'apparition des écailles. On s'est ingénié à trouver des bases de classification.

Nous citerons :

- Le Rapport des dimensions de la tête et du corps, et de la hauteur de celui-ci à sa longueur.
- Le Nombre des écailles de la ligne latérale, ou des flancs.
- Le Nombre des vertèbres.
- Le Nombre des rayons de la nageoire anale.

Mais à part cette dernière caractéristique, il n'existe pas pour le moment de précisions scientifiques permettant d'établir une classification rigoureuse basée sur des notions anatomiques.

II - MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE

1°) Description des organes externes et musculaires :

Par sa silhouette fusiforme, la Truite représente le poisson type. Son corps, de forme oblongue est couvert d'écaillés qui glissent les unes sur les autres, ce qui le rend très flexible dans ses mouvements. Ce manteau d'écaillés recouvrant la surface du corps semble tirer son origine des plaques osseuses, véritable squelette externe enveloppant celui des poissons fossiles disparus depuis des millénaires.

L'étude microscopique des écaillés permet de déterminer l'âge des sujets ; on aperçoit des lignes concentriques plus ou moins espacées indiquant les accroissements successifs au cours des années. Elles apparaissent chez les petits alevins de 3 ou 4 cm dans le tiers postérieur du corps et augmentent de surface par la périphérie en même temps que s'accroît la taille du poisson. Leur nombre ne varie pas dans le temps.

Un mucus abondant, visqueux, sécrété par les glandes de la peau recouvre les écaillés et forme une gaine isolante. Ce mucus remplit plusieurs rôles :

- il protège l'animal contre les bactéries et les parasites externes.
- il fait fonction de lubrifiant, facilitant la vitesse de nage.
- il s'oppose en outre à la pénétration de l'eau dans le corps du poisson : en effet celle-ci (75 % environ du poids de l'animal) pénètre dans le corps non pas par le canal nourricier, mais à travers les membranes de la bouche et surtout les branchies : le mucus et l'eau interne chargée de sels s'opposent à l'entrée de l'eau à travers la peau.

La tête est nue, sans barbillons, directement attachée au corps ; les mâchoires sont armées de dents aiguës. Deux nageoires dorsales, dont la seconde est adipeuse, spéciale aux Salmonidées, ne paraissent avoir aucune fonction ; deux nageoires pectorales servent au recul. De plus, on trouve deux nageoires ventrales, une nageoire anale en arrière de l'anus et du pore génital et une nageoire caudale verticale participant à la natation rapide.

Sous l'épiderme, le derme est parsemé de cellules pigmentées pouvant changer de couleur rapidement, permettant ainsi à l'animal de se confondre avec les fonds : les chromatophores sont en relation avec des terminaisons nerveuses, qui, par l'intermédiaire de l'oeil, réagissent sur la coloration générale en reproduisant celle de son entourage. Bien plus, si par suite d'une cause quelconque, le sujet est frappé de cécité, sa robe deviendra complètement noire, et s'il n'est que borgne, une moitié du corps seule prendra cette teinte.

Les muscles du corps, les premiers myomères et les suivants donnent par leur flexion latérale de droite et de gauche l'impulsion nécessaire à la marche en avant, mais tout le corps y participe. Il existe deux grands muscles latéraux ; chaque muscle latéral correspond à une série de myomères qui s'interpénètrent les uns les autres. Plutôt que de donner ici une description personnelle, forcément imprécise, nous préférons nous reporter aux indications formulées par Yseult le Danois (28).

"Le muscle latéral s'appuie en profondeur sur le squelette axial et le septum conjonctif médian ; en surface il est placé immédiatement sous la peau. En avant, il prend ses points d'insertion sur la région occipitale du crâne et le bord supérieur de la ceinture scapulaire, et ventralement il se prolonge jusqu'à l'isthme du gosier en constituant la musculature hypobranchiale spinale ; en arrière il règne jusqu'à la base de la nageoire anale".

"Le plus souvent, le muscle latéral est coupé sur toute sa longueur par un septum transversal, placé légèrement au-dessous de la ligne latérale, qui s'appuie sur le squelette et sur la peau". Les auteurs ont divisé le muscle latéral en deux parties : l'une dorsale ou EPAXIALE, l'autre ventrale ou HYPAXIALE.

"Dans le muscle lui-même, les myomères ou myotomes représentent les éléments constitutifs. Ils sont séparés les uns des autres par des cloisons conjonctives, les myoseptes ou myocommes qui apparaissent en surface comme des lignes plus ou moins sinueuses, les inscriptions tendineuses".

La structure interne du myotome en profondeur est la suivante :

"Les fibres du myotome s'enfoncent, soit vers l'avant, soit vers l'arrière et s'insèrent sur le squelette axial et le septum médian, sous forme d'une série de demi-cônes. Tous ces demi-cônes sont creux, de telle sorte que les séries formées par les myotomes suivants ou précédents pénètrent dans leur cavité profonde. Cette disposition complexe pourrait être comparée, de façon vulgaire, à l'ensemble formé par les dessus de cinq babouches placées les unes à côté des autres et tournées alternativement en avant et en arrière : le squelette représenterait une sorte de semelle commune".

Le muscle latéral n'est cependant pas le seul ensemble musculaire.

Quand on a enlevé la peau d'un Téléostéen, on voit sur les flancs un muscle de couleur sombre : le muscle Rouge. Il est particulièrement épais dans la région de la ligne latérale et s'amincit graduellement vers le dos et le ventre. Bien développé dans la partie caudale, il disparaît en avant et n'atteint jamais la ceinture scapulaire. Il est entouré d'une gaine conjonctive qui le sépare du muscle latéral sous-jacent. HUMPHRY (23) et GREENE (19) ont signalé l'énorme proportion de matière grasse localisée dans le muscle rouge : celle-ci, dans un saumon frais, peut atteindre 30 %.

Le muscle rouge est très développé chez les Salmonidés.

2°) Description des organes internes :

a) le système osseux :

Le squelette osseux se compose de la colonne vertébrale et du crâne avec des appendices supportant les nageoires. A chaque vertèbre correspond un myomère formé de muscles puissants nettement séparés les uns des autres.

La cavité intérieure est tapissée par une fine membrane englobant tous les organes internes.

b) le système respiratoire :

La Truite respire à l'aide de branchies dont la formation primitive dérive du tube digestif : les arcs branchiaux sont logés au nombre de quatre de chaque côté de la tête, sous les opercules ; en outre, sous chaque opercule, se trouve une pseudo-branchie qui envoie du sang oxygéné aux vaisseaux de l'oeil. Le poisson pour respirer déglutit l'eau par la bouche : l'oxygène dissous est abandonné par osmose à travers la fine membrane des branchies, au sang qui les traverse et l'eau ressort par les opercules. Ce sont les mouvements synchronisés des mâchoires et des opercules s'ouvrant et se refermant tour à tour qui sont les agents directs de la respiration. Le sang abandonne l'excès d'anhydride carbonique et les produits oxycarbonés et prend en échange l'oxygène.

La température du corps de la truite est la même que celle de l'eau qui l'environne ; quand il se livre à des efforts musculaires, elle augmente légèrement, mais à la différence des animaux à sang chaud, elle ne peut varier beaucoup.

c) le système digestif :

Les dents armant la mâchoire et le Vomer, indiquent que la truite est un poisson carnivore : la proie avalée (insectes, larves, vers, crustacés,

petits poissons) pénètre dans l'oesophage puis dans un estomac assez développé à parois extensibles. De nombreux appendices pyloriques formant un caecum, sont rattachés à l'intestin qui est relativement court. Des glandes pancréatiques sécrétant des ferments digestifs se trouvent près du duodenum. L'ensemble du tube digestif est le plus souvent logé dans une masse graisseuse importante. Le foie se trouve proche de l'estomac et présente une vésicule biliaire développée.

d) le système circulatoire :

Le coeur veineux, composé d'un ventricule et d'une oreillette est disposé près des branchies.

e) le système nerveux :

Un système nerveux très développé, dépendant du cerveau et de la moelle épinière, s'étend aux organes intérieurs et extérieurs et préside à tous les actes vitaux. Dans le crâne, le cerveau primaire, d'où partent les nerfs olfactifs est suivi du cerveau moyen où naissent les nerfs optiques. L'importance des yeux dans la vie de ce poisson qui chasse ses proies à vue, explique l'importance du développement du cerveau moyen.

f) le système glandulaire :

Des glandes interstitielles, glande thyroïde sous les mâchoires, glande pituitaire, glandes adrénales se rencontrent chez la Truite ; il n'y a guère de glandes buccales bien caractérisées. Ces glandes sécrètent différentes hormones dont le rôle est mal déterminé. On sait cependant que ces systèmes glandulaires, en plus de leur action sur le métabolisme chimique, jouent un rôle certain dans les processus de migration comme l'ont montré les travaux de CALLAMAND (8) sur l'anguille européenne.

g) le système excréteur :

Les deux reins, réunis à leur partie antérieure, et dont tout le rôle, comme appareil excréteur, consiste dans l'épuration du sang, sont très développés chez la Truite. Ils occupent une grande partie de la longueur du corps, logés entre la colonne vertébrale et la vessie natatoire. La sécrétion urinaire passe par les uretères dans une toute petite vessie pour être expulsée à différents intervalles de temps.

h) les organes des sens :

Chez la Truite, les organes des sens sont constitués d'abord par les yeux, puis par des vésicules acoustiques et enfin par les fossettes olfactives.

Pour se maintenir en position à son poste, contre le courant de l'eau, la truite y parvient par le mouvement de ses nageoires et des opercules qui évacuent l'eau hors des chambres brachiales. La Truite règle ses mouvements par l'observation des fonds.

Tous ceux qui ont approché des truites, soit en élevage, soit comme pêcheurs, sont d'accord pour dire qu'elles sont douées de sens très aiguisés et d'un appareil sensoriel parfaitement adapté à leur cycle vital.

i) la vessie natatoire :

La vessie natatoire, organe particulier aux poissons, qui chez la truite communique avec l'oesophage, lui sert d'appareil hydrostatique et renferme de l'air extrait de la circulation sanguine plus riche en azote que l'air atmosphérique.

j) les organes de reproduction :

Généralement, les sexes ne peuvent être distingués chez les Poissons, qu'en période reproductrice, suivant qu'en exerçant une pression sur l'abdomen, on détermine la sortie d'oeufs ou de laitance .

Les glandes reproductrices, ovaires et testicules, sont situées le long de la vessie natatoire. La laitance des mâles et les oeufs des femelles sont contenus dans deux sacs allongés qui prennent, lors de la saison de la ponte, une grande extension dans la cavité abdominale : le poids des ovaires augmente d'environ 20 fois pendant le mois qui précède la ponte.

Les glandes mâles renfermant la laitance se trouvent placées dans le corps moins en avant que ne le sont les ovaires femelles et de ce fait sont plus proches de l'orifice génital. Il faut tenir compte de ce fait lors de l'émission forcée de la laitance surtout que quelques gouttes suffisent à la fécondation.

Les oeufs à leur maturité tombent dans la cavité péritonéale dont ils sont expulsés par l'orifice uro-génital voisin de l'anus.

Il faut signaler cependant que des phénomènes d'intersexualité normale ou expérimentale ont été signalés.

D'après MRSIC (31) dans un élevage de Truites Arc-en-Ciel (*Salmo irideus*) 50 % des individus évoluent directement en femelles ; les autres, au contraire, passent par une phase d'intersexualité et deviennent ensuite mâle ou femelle selon les circonstances extérieures.

D'autre part, les expériences de PADOA (33-34) sur les alevins de Truites ont montré que des injections de testostérone ou de folliculine seraient capables de transformer les oogonies en spermatogonies et vice-versa.

NOTIONS GENERALES DE PISCICULTURE

I - ALIMENTATION

II - REPRODUCTION

III - ELEMENTS DE PATHOLOGIE PISCIAIRE

NOTIONS GENERALES DE PISCICULTURE

Une Pisciculture se compose essentiellement d'un certain nombre de bâtiments et de bassins destinés à tenir les truites en stabulation ; le bâtiment central est évidemment le laboratoire où sont installés les bacs d'éclosions et d'alevinage. Chaque bac est alimenté par de l'eau de source ou par de l'eau de bassin.

Les bassins d'alevinage de Saint SAVIN sont des bacs en béton, très longs, de nettoyage facile : un côté est muni de vitres et les bassins peuvent être couverts. Ils sont alimentés évidemment en eau courante et une installation secondaire permet d'introduire facilement des solutions traitantes lorsque cela est nécessaire.

Les Bassins pour truitelles et adultes sont allongés, et creusés à même la terre, fermés à une extrémité par une grille métallique. Ils sont reliés entre eux tout en étant chacun indépendant. Un étang sert de réservoir pour les truites de valeur marchande.

Les Bassins pour reproducteurs sont faits sur le même modèle que les bassins pour truitelles ou adultes.

I - ALIMENTATION

La truite, considérée à l'état d'alevin, de truitelle ou au stade adulte, trouve en rivière une nourriture naturelle convenant à ses besoins vitaux. La truite, poisson carnivore, se nourrit de proies vivantes.

En élevage, qu'il s'agisse d'alevins, de truitelles, de truites-portion ou de reproducteurs, le problème du régime alimentaire à adopter et à modifier suivant l'âge des sujets à nourrir est toujours difficile à résoudre quoi qu'on en pense et réclame une attention de tous les instants ; la moindre faute, la plus petite erreur peuvent occasionner les conséquences les plus graves.

Le problème consiste à rechercher des aliments de digestion facile et d'une composition chimique égalant dans leurs divers éléments la nourriture naturelle tout en étant d'un prix abordable. Soulignons enfin qu'un ralentissement dans l'alimentation se produit en octobre, novembre et partie de décembre, dû, non pas tant à la baisse de température, qu'au développement dans la cavité générale des sacs ovigères et à l'excitation sexuelle à l'approche de la fraye.

A quelles sortes d'aliments s'est-on adressé ?

D'abord à la nourriture naturelle vivante, faite de crevettes d'eau douce, de talitres (puces ou poux de mer), de vers de terre, de mollusques, de larves de mouche, etc...

Mais ce sont surtout à des aliments de substitution que les Pisciculteurs s'adressent :

- à des viandes fraîches ou poissons frais :

foie, coeur, rate, poumons d'animaux de boucherie, viande de cheval, viande fraîche de basse qualité, poissons de mer ou d'eau douce à l'état frais et à chair maigre, déchêts de poissons ;

- à des produits secs d'origine animale :

farine de poisson, farine de viande, poudre de lait ;

- à des produits secs d'origine végétale :

moutures de blé, d'orge, d'avoine, farines basses, son, tourteaux de soja, d'arachide, de coton, de riz, etc...

De toute façon, que l'on ait affaire à n'importe quel aliment parmi ceux énumérés ci-dessus, il est absolument nécessaire de les mélanger convenablement et de les réduire mécaniquement à l'état de particules d'autant plus ténues que la bouche des sujets à nourrir est plus petite. Toujours proportionner la grosseur de l'aliment préparé à la taille de la bouche du poisson, tel est l'axiome impossible à transgresser si on ne veut courir à un échec inévitable. La Truite doit pouvoir avaler la nourriture sans difficulté. Les Salmonidés ne mâchent pas, ne broient pas avec leurs dents la nourriture offerte, ne la déchiquettent pas. Des alevins pourront ainsi dépérir et mourir de faim devant des aliments à leur convenance, mais qu'ils ne peuvent ingurgiter parce que les éléments en sont trop gros. En outre, ces aliments doivent plaire au poisson, être agréables au goût de la truite, et donc être recherchés par elle.

La solution a été apportée par des alimentations synthétiques comportant des matières protéiques, des matières minérales, des hydrocarbures, des matières grasses, supplémentées en vitamines et même pour la plupart en antibiotiques en quantité minime (0,60 g pour 100 Kgs). Ces aliments synthétiques sont préparés à partir de farines de poissons, de foies, d'hydrolysats animaux et végétaux, de sang, de tourteaux de soja, d'algues marines iodurées, de luzerne, de matières minérales, le tout mélangé avec un anti-oxydant.

Il n'est pas possible de donner ici toutes les formules que l'on trouve sur le marché. Nous donnons simplement à titre d'exemple l'une d'entre elles :

ALIMENT COMPLET SARB POUR SALMONIDES DE 50 GRAMMES ET PLUS

Composition : Farine de poisson, Farine de viande, Tourteau de soja, Hydrolysate de poisson et hydrolysate soluble de distillerie, Remoulage, Levure, Farine d'algue, composé minéral vitaminisé.

<u>Analyse</u> :	<u>Maximum</u> :	Humidité	10 %
		Cellulose brute	3 %
		Matières minérales	19 %
	<u>Minimum</u> :	Matières Protéiques brutes	50 %
		Matières Grasses	4 %
		Vitamine A	1 300 000 UI/100 Kg
		Vitamine D3	200 000 UI/100 Kg
		Vitamine du groupe B	2 g/100 Kg
		Vitamine E	1,5 g/100 Kg
		Vitamine C	9 g/100 Kg

Durée de Garantie des Vitamines : Trois mois
dans les conditions normales de conservation,
à l'abri de la lumière et de l'humidité.

Date de Fabrication (en clair)

Il suffit de saupoudrer la surface des bassins où sont entreposés les poissons.

Lorsqu'il s'agit d'animaux jeunes, les aliments utilisés sont d'une composition et d'une granulation appropriées à une croissance rapide.

II - REPRODUCTION

A) EN RIVIERE :

A l'état sauvage, la truite remonte les rivières à la recherche de bancs de sable, ou de lits de gravier où elles déposeront leurs oeufs : elles y creusent des rigoles d'une certaine profondeur à l'aide des battements de la queue, des contractions et de la pression de leurs corps, refoulant les cailloux, aidées en cela par le courant d'eau. Certaines conditions sont nécessaires : cailloux pas très gros, gravillons non mobiles, mais intégrés dans le sable, courant d'eau pas très fort mais suffisant, lit du ruisseau en pente douce.

De fortes variations de température influent sur cette ponte, de même que la force du vent et sa direction, l'état du ciel, les pluies, le gel et les crues. Quand le moment est venu, la truite femelle près de laquelle se tient un mâle, quelquefois deux, expulse un certain nombre d'oeufs par les contractions des muscles du corps. Le mâle, prévenu de cette expulsion on ne sait comment ni par quoi, remonte près d'elle, puis d'un tremblement musculaire éjacule aussitôt un jet de laitance qui, dispersé dans l'eau, ira féconder les oeufs. Ces oeufs, leur densité étant plus élevée que celle de l'eau, descendent, se dispersent sur les cailloux et s'y collent à l'aide du mucus qui les entoure en attendant que la femelle, remaniant aussitôt les bords de la frayère, les recouvre par des lits de gravillons dont la couche peut atteindre dix centimètres d'épaisseur.

Cette ponte se renouvelle plusieurs fois à différents intervalles de temps.

Lorsque les oeufs sont enfouis dans les gravillons de la frayère, les parents s'en désintéressent et les abandonnent au gré de la nature. Les pertes qui sont évidentes sont dues moins au manque de fécondation (elle a lieu à 80 %) qu'à la disparition des jeunes alevins après l'éclosion soumis aux attaques de leurs multiples ennemis.

B) EN ELEVAGE :

La période de fraie de la Truite s'étend du milieu du mois de novembre au début du mois de mars.

1°) Sélection des reproducteurs :

Les reproducteurs mâles et femelles, parqués en bassin, sont séparés les uns des autres quelques semaines avant l'époque présumée de la saison de ponte. La distinction est facile pour un oeil averti : les femelles ont le ventre plus développé, rebondi, la tête moins forte, le museau arrondi, la coloration terne ; le pourtour de l'orifice anal présente un bourrelet rouge. Les mâles sont plus sveltes, la tête est forte, allongée, le museau pointu, la mâchoire inférieure se recourbe légèrement vers le haut, leur coloration est brillante.

A l'approche de la ponte, vers le début novembre, on examine les sujets mâles et femelles en leur pressant doucement sur le ventre : l'orifice génital donne passage à la laitance chez les mâles, et les oeufs sont libres dans l'abdomen des femelles, celui-ci étant distendu et mou sous la pression des doigts.

Le développement des glandes sexuelles a lieu la seconde année. La Truite est dite mature lorsque la formation des produits sexuels est apparue bien que la ponte n'ait lieu qu'à la saison suivante. Les oeufs sont alors fécondables. Les femelles peuvent être stériles pendant une ou deux saisons et donner des oeufs ensuite.

La maturité des gonades s'accompagne d'une recrudescence d'activité de la glande thyroïde.

Les mâles et les femelles sont mis de côté dans des bassins séparés et on procède au moment opportun pour chaque individu à la ponte dite artificielle (terme impropre car dans les rivières la fécondation a lieu dans les mêmes conditions sans rapprochement entre mâle et femelle).

2°) Fécondation artificielle :

a) Historique :

Il y a plusieurs siècles, les Chinois s'intéressaient déjà à ce problème. Au Moyen-Age, les moines de nombreuses abbayes essayaient aussi d'empoissonner les rivières et étangs. Mais c'est à un officier allemand du nom de JACOBI que l'on doit la première description précise de la fécondation artificielle en 1758. Elle fut remise en pratique par deux pêcheurs de la Bresse, REMY et GEHIN en 1841 pour l'empoissonnement de la Moselotte. Sous l'impulsion de COSTE, professeur au Collège de France, elle donna un véritable essor à la pisciculture. Vers 1857, un pisciculteur russe WRASKI se rendit compte que les oeufs, qui au sortir du corps de la truite sont mous et flasques, absorbent de l'eau par le micropyle et par les fines canalicules de la couche corticale et de ce fait se gonflent et deviennent durs. Le micropyle permettant le passage du spermatozoïde se trouve ainsi obstrué dans un laps de temps de quinze à vingt-cinq minutes. Il utilisa la méthode sèche qui est à l'heure actuelle universellement suivie. HENNEGUY, professeur au Collège de France, prouva enfin que la durée de vie active des spermatozoïdes ne dépassait pas dix ou trente secondes après avoir été mis en contact avec l'eau.

b) Technique :

Plusieurs méthodes ont été préconisées et sont employées selon les différents établissements piscicoles. Nous nous bornerons à décrire ici celle employée à Saint SAVIN (Isère). Après avoir trié les reproducteurs femelles

d'un côté et mâles de l'autre, au moment où ceux-ci sont prêts, on procède à l'opération dite "Fécondation artificielle".

Les femelles et les mâles prêts sont plongés environ 5 à 10 minutes dans un bain d'éthyl carbamate d'éthyle (400 g par litre) pour les endormir. Ils sont entreposés dans un filet et ils sont plongés plusieurs fois consécutives dans de l'eau pure pour les laver : ils sont égouttés et essuyés.

Le pisciculteur saisit d'une main gantée la femelle par la queue, et de l'autre main nue (ceci est important pour ne pas trop blesser l'animal) il presse sur le ventre de la truite d'avant en arrière, depuis les nageoires pectorales jusqu'à la nageoire annale. Plusieurs femelles sont habituellement traitées en même temps pour avoir une masse d'oeufs suffisante. Il reste environ 10 pour cent des oeufs dans le corps de la femelle après la première ponte ; aussi une deuxième ponte doit-elle être effectuée dans les jours qui suivront. Les reproducteurs sont après la ponte remis dans l'eau où les effets de l'anesthésie se dissipent rapidement. On doit leur fournir alors une nourriture de choix. Un bain cicatrisant de sulfate de cuivre (50 g pour cent litres d'eau, acidifié par du vinaigre jusqu'à ce que la solution soit presque incolore) leur est souvent administré après la ponte.

On projette sur la masse d'oeufs provenant de quatre ou cinq femelles et recueillie dans une cuvette en plastique la quantité nécessaire de laitance prise à deux ou trois mâles, et obtenue toujours par pression sur le ventre. On mélange le tout avec une plume d'oie ; on laisse en contact cinq à dix minutes. Ceci constitue "la fécondation à sec".

Avant d'étudier les diverses étapes du développement de l'oeuf fécondé, il est bon de préciser la constitution des cellules reproductrices femelles et mâles obtenues par les processus précédents.

c) Description des cellules reproductrices :

Les oeufs provenant de reproducteurs d'élevage sont généralement plus gros et plus nombreux que ceux obtenus à partir de truites de rivière. Leur nombre varie énormément : on peut compter de 1200 à 1600 jusqu'à 2000 oeufs par kilogramme de poids vif.

Les oeufs de truite ont de 4 à 5,5 millimètres de diamètre. Leur coloration ambrée varie suivant l'eau et l'alimentation où se trouvent les reproducteurs ; leur contenu, en dehors du germe, est formé d'un vitellus nutritif destiné à la nourriture de l'embryon même après sa naissance par l'intermédiaire de la vésicule vitelline. L'oeuf au sortir du corps de la truite est mou ; à l'intérieur, sur la masse du vitellus nutritif qui le remplit presque entièrement, est logé le germe, sous forme d'une lentille biconvexe, où se trouve le noyau femelle. En face du germe, trouant la coque, se voit une ouverture microscopique, le micropyle, ne pouvant donner passage qu'à un seul spermatozoïde dont la longueur totale est d'environ 1/20 de millimètre.

La laitance des mâles, sous forme d'un liquide crémeux blanchâtre, contient des milliers de spermatozoïdes par millimètre cube. Formés chacun d'un simple noyau mâle constituant la tête, muni d'une queue relativement très longue, ils restent immobiles tant qu'ils demeurent dans la laitance. Celle-ci se désagrège dès qu'elle est mise en contact avec l'eau : les spermatozoïdes s'animent alors, s'agitent frénétiquement, se déplacent la tête la première au moyen de leur queue à la recherche d'un micropyle. Cette activité dans l'eau ne dure que trente secondes.

d) Etapes principales du développement de l'embryon :

Un seul noyau mâle ayant perdu sa queue en pénétrant dans l'oeuf par le micropyle, fusionne avec le noyau femelle du germe, formant ainsi le premier noyau de segmentation. L'eau pénétrant entre les deux enveloppes de l'oeuf par le micropyle et les petits canaux poreux de la capsule ferme le

micropyle et durcit l'oeuf. La segmentation commencera quelques heures après la fécondation. La multiplication des cellules par segmentation régulière ou non formant le blastoderme s'effectue de plus en plus rapidement. Le blastoderme s'étend à la surface de la masse vitelline et finira par l'englober totalement au fur et à mesure que les feuillets embryonnaires se développeront. Le feuillet superficiel, l'ectoderme, s'épaissit ; composé de couches de cellules de plus en plus nombreuses, il s'incurve à une extrémité formant par ce repli sous lui l'endoderme d'où se différenciera bientôt le troisième feuillet : le mésoderme.

Chaque feuillet donnera naissance aux principaux organes de l'embryon en formation.

- De l'ectoderme viendra l'épiderme, le système nerveux central, les organes des sens spéciaux, le nerf auditif apparaissant le premier.

- De l'endoderme, le tube digestif et ses dépendances, le feuillet interne devenant le mésoderme.

- Du mésoderme, le tissu conjonctif, les protovertèbres dont le développement a lieu d'avant en arrière, le système circulatoire, le coeur, les vaisseaux.

Un certain nombre de cellules se séparent de celles qui se multiplient pour former le corps de l'animal. Elles seraient à l'origine des éléments génitaux. L'embryon se développe ainsi d'arrière en avant, la région céphalique s'élargit, présentant des renflements latéraux qui formeront les vésicules optiques et auditives, suivies des vertèbres du tronc. Un sillon longitudinal en forme de gouttière sera formé, dont les lèvres en se fermant engloberont la moelle épinière, le cerveau et au-dessus une baguette résistante la corde dorsale.

A ce stade, le vitellus est presque entièrement enveloppé. Le petit animal s'allonge, se courbe et de ce fait une certaine tension de redressement facilite la rupture de la coque lors de l'éclosion.

e) Réalisation pratique de l'Alevinage :

La préparation obtenue par projection sur la masse des oeufs de la quantité nécessaire de laitance, est lavée abondamment à l'eau courante, qui désagrège la masse et enlève la laitance en excès et les impuretés.

Les oeufs sont placés ensuite dans des incubateurs où un courant d'eau est maintenu : à Saint-SAVIN, l'eau provient d'une source qui ne voit le jour que dans le laboratoire, et qui se trouve donc maintenue à une température constante de 10-11°. Dans ces conditions, trente jours environ sont nécessaires pour l'éclosion.

Les incubateurs sont constitués par des claies formées d'un cadre en bois rectangulaire maintenant une toile ajourée en matière plastique ou laine de verre. Cinq à six mille oeufs sont disposés sur la même claie en une seule couche, et chaque incubateur comprend quatorze claies. L'eau de source arrive par le bas de l'incubateur et ressort par le haut en un courant régulier et continu.

Huit jours après leur dépôt sur les claies, les oeufs doivent être triés : en effet, certains présentent une teinte "blanc porcelaine" indiquant une altération. Tous les deux jours, on ajoute à l'eau de l'incubateur, une solution de vert Malachite (2 g/400 litres d'eau), pour éviter que les oeufs altérés affectent les autres : le contact avec les oeufs doit être environ de 30 minutes. Après 20 jours passés dans l'incubateur, les oeufs sont embryonnés ; l'embryon est vu par transparence.

Les oeufs sont alors sortis de l'incubateur, lavés à l'eau pure pour les débarrasser du limon, dédoublés et disposés dans de petits incubateurs comprenant seulement une claie. Les oeufs deviennent de plus en plus rougeâtres, et l'on aperçoit à l'intérieur l'alevin qui s'agitte fébrilement. Cette agitation en vue de se débarrasser de la coque de l'oeuf se communique par contact aux oeufs avoisinants, et favorise ainsi l'éclosion qui semble faire tache d'huile, se produisant à des endroits séparés et nettement déterminés sur les claies ; un enzyme sécrété par l'embryon aide à la sortie de l'oeuf. L'éclosion s'effectue en deux ou trois jours.

Les jeunes alevins sont disposés dans un aquarium, sans nourriture, car ils sont encore nourris par la vésicule vitelline. En effet, le jeune alevin possède une nageoire qui, partant de la nageoire dorsale, entoure complètement son corps. A partir de cette nageoire se formeront par fragmentation les deux nageoires dorsales, la nageoire caudale et la nageoire anale. C'est un petit être chétif et diaphane, mesurant douze à seize millimètres, d'une sensibilité rare. La vésicule ombilicale est allongée et pointue en arrière chez l'alevin bien constitué, alors qu'elle est arrondie et ballonnée chez l'alevin peu vigoureux. Elle présente un réseau de radicules très déliées de vaisseaux sanguins, et n'a aucune relation ni avec l'intestin, ni avec l'estomac. C'est uniquement par les vaisseaux sanguins qu'a lieu l'alimentation à l'aide des éléments nutritifs contenus dans la vésicule.

Vingt jours après l'éclosion, les jeunes alevins sont nourris à l'aide d'une "farine de préparation à l'alimentation" ou "farine de démarrage", et ceci deux à trois fois par jour. Les alevins de truite Arc-en-Ciel mangent tout de suite, à la différence de ceux de la truite commune. On leur donne ensuite des granulés de premier et deuxième âge. Environ cinquante jours après l'éclosion, les jeunes truitelles sont passées dans de véritables bassins.

-:-:-:-:-

III - ELEMENTS DE PATHOLOGIE PISCICULTURE

1°) Causes diverses :

Nous parlerons très brièvement tout d'abord des causes diverses qui occasionnent souvent de très grandes pertes dans les élevages.

La mortalité peut provenir tout d'abord d'une alimentation mal équilibrée : soit une suralimentation, soit un jeûne trop prolongé. Une deuxième cause de mortalité peut être attribuée à une déficience de l'alimentation en eau par rupture des circuits d'arrivée. En effet, lorsque la teneur en oxygène dissous tombe au-dessous de pourcentage nécessaire à la respiration normale des sujets en bassins, la mort s'ensuit à plus ou moins brève échéance. Les poissons montrent alors des signes non équivoques : ils s'antassent aux grilles et aux arrivées d'eau, cherchant l'oxygène à tout prix, nagent péniblement dans la couche superficielle et viennent respirer à la surface. Dans ce cas, les truites sont en état asphyxique et meurent la bouche grande ouverte, des marbrures de cyanose zébrant les branchies.

Au point de vue épidémiologique, les élevages de truites peuvent être décimés par des affections mycologiques, parasitaires, bactériennes ou virales. Des mesures préventives sont apportées presque chaque jour par l'hygiène des bassins : nettoyage et bains antiseptiques.

2°) Affections mycologiques :

- *Saprolegnia ferax* est un champignon saprophyte, dépourvu de chlorophylle, appartenant à la famille des Saprolegniées. Facilement discernable à l'oeil nu, elle s'attaque aux oeufs en incubation, aux alevins et

adultes. Des efflorescences blanchâtres s'étendent sur la peau en plaques arrondies, causant des excoriations, envahissant peu à peu l'animal jusqu'aux branchies. La mort survient par asphyxie. La contamination vient directement de l'eau par les spores qui s'y développent.

- Une autre affection mycologique à localisation interne, affecte le tube digestif des poissons. Elle est due à *Saprolegnia invaderis*.

3°) Affections parasitaires :

- Parasites animaux externes :

. Le Gyrodactyle est un petit ver trématode détruisant les nageoires jusqu'à leur racine : une sécrétion très abondante de mucus gris bleuâtre recouvre les surfaces attaquées.

. Le Discocotyle salmonis est un ver trématode assez semblable au précédent, mais de taille supérieure, et visible à l'oeil nu. Il s'attaque aux branchies.

- Protozoaires :

. La Costiase est une maladie assez répandue qui affecte surtout les alevins aussitôt après la résorption de la vésicule vitelline. L'agent parasite est un protozoaire microscopique flagellé ectoparasite, le *Costia necatrix*. Les Costias séjournent par centaines sur la peau, de préférence sur les lamelles des branchies et dans le voisinage de la nageoire dorsale. Leur présence entraîne la mort des cellules et cause à l'animal un prurit considérable. Les poissons atteints de costiase sont recouverts d'une légère pellicule gris bleuâtre, s'étendant sur tout le corps et les nageoires.

. L'Octomitiase est une maladie qui sévit surtout chez les gros alevins et les truitelles : elle se traduit par une infection intestinale causée par un protozoaire, soit flagellé, soit enkysté, nommé

Octomitus salmonis. Le poisson atteint par la maladie devient émacié, étique, avec une large tête ; il s'affaiblit, tourne par moments sur lui-même, s'élance en vrille, agité de mouvements spasmodiques, puis se laisse entraîner par le courant. Les pertes peuvent être considérables.

4°) Affections bactériennes :

- En premier lieu, la furonculose est l'affection la plus redoutable qui puisse survenir dans une pisciculture. Le symptôme le plus caractéristique est l'apparition de furoncles ou de clous sur les muscles du dos entre les nageoires dorsales et pelviennes. Outre ces furoncles, l'intestin est enflammé dans la région du pylore ainsi que les vaisseaux sanguins dans l'abdomen. La rate et les reins sont transformés en masses presque fluides où les bactéries pullulent. Cette maladie est une septicémie causée par une bactérie, *Bacterium salmonicida*. Elle a causé d'importants dégâts dans les piscicultures, mais depuis la découverte des sulfamides, elle est pratiquement jugulée.

- Une autre maladie bactérienne nommée "maladie de l'ulcère" ou "pourriture des nageoires" est très voisine de la furonculose, mais se développe seulement à l'extérieur de l'animal.

- Une bactérie petite, non mobile, en forme de bâtonnet est l'agent de "la maladie des Reins". Les symptômes externes sont caractéristiques : abdomen distendu, exophtalmie très prononcée. Les lésions internes se traduisent par des reins volumineux, enflés, nécrosés.

5°) Affections virales :

En Europe, les piscicultures sont ravagées par des maladies virales dont les noms, selon les pays intéressés, étaient différents.

Au Congrès de Turin en 1962, les experts réunis s'aperçurent qu'il s'agissait en fait de la même maladie, et que l'agent causal était le virus de la septicémie hémorragique.

Nous nous étendrons un peu sur cette maladie qui constitue une "véritable peste" pour les éleveurs : ce sont les termes propres de BELLET (2).

C'est une maladie qui atteint surtout la Truite Arc-en-Ciel (*Salmo gairdnerii* Rich.), et qui fait des ravages surtout chez les jeunes alevins. Elle apparaît chez ceux-ci quarante jours après qu'ils aient commencé à prendre leur nourriture. La maladie fait des progrès très rapides en quatre à cinq jours. Les alevins deviennent sombres, apathiques, se tenant au bord des bassins, et sont souvent frappés d'exophtalmie. Leurs branchies sont pâles et leur abdomen distendu ; ils ont quelquefois une hémorragie à la base des nageoires pectorales.

A l'autopsie, ils présentent une ascite, un estomac rempli d'un liquide clair, un intestin pratiquement vide, avec un liquide jaune pâle, séreux, un foie décoloré et hypertrophié.

Chez les Truites plus âgées, la maladie sévit comme chez les jeunes alevins de mai à septembre, mais leur résistance est plus grande.

Les symptômes nerveux apparaissent deux à trois semaines après l'atteinte : les truites tournent autour de leur queue et jaillissent de l'eau comme des flèches.

Cette maladie est un véritable point d'interrogation pour les éleveurs car elle est imprévisible. Elle cause de très grosses pertes surtout chez les petits alevins.

Certains facteurs sont prédisposants :

- la jeunesse
- la surpopulation dans les bassins
- les infections parasitaires
- la mauvaise nourriture, surtout un mauvais équilibre en acides aminés et une carence en vitamines
- l'importation d'alevins, de truitelles ou de truites.

Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître qu'il n'y a pas de traitement spécifique : les antibiotiques, et plus particulièrement le chloramphénicol sont inefficaces ; parfois un apport massif de vitamines et d'acides aminés amène quelques résultats. DEUFEL (13) suggère l'emploi de la vitamine T, complexe vitaminique très proche du complexe vitaminique B. KLINGER (25) utilise un mélange de vitamines A, B₁ et E.

-:-:-:-:-

RAPPEL DES TRAVAUX ANTERIEURS

RAPPEL DES TRAVAUX ANTERIEURS

La composition du tissu musculaire de la Truite a été étudiée au point de vue alimentaire d'une part sous l'angle gastronomique, et d'autre part pour sa valeur calorifique. Ces travaux (36) montrent par exemple que cent grammes de la partie comestible de la Truite Arc-en-Ciel contiennent :

Eau	:	71 grammes pour cent
Protides	:	22 grammes pour cent
Lipides	:	7 grammes pour cent
Valeur calorifique	:	151 calories

Des dosages isolés ont été effectués à des périodes déterminées de l'année : ainsi la "Commercial Fisheries Review" de Novembre 1958 (24) rapporte pour des examens pratiqués au mois d'Août les résultats suivants :

Eau	:	68,2 grammes pour cent
Protides	:	21,3 grammes pour cent
Lipides	:	9,7 grammes pour cent
Cendres	:	1,3 grammes pour cent

De nombreux auteurs ont étudié le mode de vie de la Truite Arc-en-Ciel et sa croissance : COOPER (11) sur des truites américaines montra l'étroite relation de la croissance avec la température de l'eau : il note une augmentation rapide la dernière semaine d'Avril quand la température de l'eau augmente, une croissance rapide en Mai et Juin, une diminution en Juillet, Août, Septembre et Octobre et une croissance nulle en Novembre, Décembre,

Janvier, Février et Mars. De même ALLEN (1) démontre l'influence que possèdent les ions calcium sur la croissance des truites, conférant à l'eau soit une alcalinité, soit une acidité.

WINGFIELD (45) pense que la diminution de la croissance l'hiver est due à une baisse de la consommation en nourriture, celle-ci devenant plus difficile à capturer. BROWN (7) et surtout SWIFT (39) se penchent encore de plus près sur ce problème, font une véritable synthèse de tous les facteurs pouvant intervenir sur la croissance des Truites Arc-en-Ciel au cours d'une année et en donnent une interprétation.

Les constituants des divers organes de la Truite Arc-en-Ciel ont fait l'objet de nombreux travaux.

- Les Glucides ont été, sans aucun doute, les plus étudiés. HOCHACHKA (22) étudia les variations du glycogène musculaire et cardiaque avant, pendant et après la ponte, avant et après l'effort (20-21). CONIOP et ses Collaborateurs (10) firent à peu près les mêmes observations.

La méthode la plus utilisée pour le dosage du glycogène est celle de MONTGOMERY (30). SMITH (38) hydrolysa le glycogène par l'acide chlorhydrique au lieu de faire une hydrolyse alcaline par la potasse.

BLACK et ses Collaborateurs (5) montrèrent qu'une diminution de trente pour cent du glycogène musculaire total se produisait dans les deux premières minutes qui suivent une activité vigoureuse, fournissant ainsi immédiatement l'énergie nécessaire.

MILLER et ses Collaborateurs (29) effectuèrent des dosages de glucides sur le sang recueilli par ponction cardiaque. TARR (40) réalisa une étude du métabolisme des glucides en utilisant des molécules marquées au ^{14}C .

- Les Lipides ont été étudiés par SMITH (38) après extraction par le tétrachlorure de carbone au Soxhlet. PHILIPPS et ses Collaborateurs (35)

ont utilisé une extraction continue par l'éther pour montrer ce que l'apport ou la privation de nourriture avaient comme conséquences sur la composition en lipides du sang de la Truite.

WEISER et OTTE (44) ont noté que la seule différence existant entre les Truites Arc-en-Ciel sauvages et d'élevage était due à la présence de dépôts lipidiques dans la glande hépatique chez les animaux d'élevage.

Les molécules marquées ont également été utilisées par BILINSKI (3-4) pour mettre en évidence le métabolisme des Lipides.

ONO et ses Collaborateurs (32) ont montré que les lipides sont utilisés comme source d'énergie pour certaines fonctions physiologiques, telle que la formation des cellules sexuelles, et des oeufs. Le Phosphore lipidique agit comme un activateur dans la libération de l'énergie nécessaire.

- La composition en Protéines du sang et des tissus varie avec l'âge et la nutrition, comme l'a montré KOROLEVA (27) qui utilisa pour ses dosages la technique de réfractométrie. PHILIPPS (35) utilisa le micro-Hengar. De nombreuses variations en cours d'année ont été notées ; signalons à ce sujet les travaux de BOOKE (6) et ceux de SWIFT (39).

La composition qualitative des Protéines sériques a été étudiée par électrophorèse sur papier par DRILHON (14-15) ; ces protéines ont une faible mobilité dans le champ électrique et comportent plus de globulines que d'albumines, à l'inverse du sérum humain. De nombreux travaux utilisant les techniques chromatographiques ont mis en évidence les Acides Aminés du sang de la Truite Arc-en-Ciel, étudiés notamment par SHANKS et ses Collaborateurs (37), ceux des germes et embryons d'oeufs de Truites par COLAS et DEVILLERS (9).

Mentionnons les très nombreux travaux effectués sur les nucléoprotéines par VENDRELY (41-42-43-26).

Dans le domaine des Composés Minéraux, on doit signaler l'existence de très nombreux travaux portant principalement sur le phosphore, le calcium et le magnésium.

Notons enfin dans ce bref rappel des travaux antérieurs, ceux réalisés par GRAS et ses Collaborateurs (17) sur la composition des oeufs et des alevins de truite à différents stades de développement.

-:-:-:-:-:-:-:-

TRAVAUX PERSONNELS

- I - TECHNIQUES ANALYTIQUES UTILISEES
- II - RESULTATS
- III - DISCUSSION

TRAVAUX PERSONNELS

I - TECHNIQUES ANALYTIQUES UTILISEES

1°) Prélèvement, transport et préparation du matériel d'expérience :

Les prélèvements ont été effectués tous les quinze jours à l'établissement de Pisciculture de Saint SAVIN, près de Bourgoin dans l'Isère, ce qui nous garantissait des animaux provenant de même reproducteurs connus et toujours pris dans les mêmes conditions. Il était nécessaire qu'au moment de notre expérimentation, les animaux se trouvent dans des conditions de vie aussi proches que possible de celles de l'élevage. Il s'est donc posé tout d'abord le problème du transport. Nous disposions de deux récipients en plastique de vingt litres chacun ; nous en avons troué les couvercles pour permettre une arrivée d'oxygène que nous réglions à un débit de 0,300 l/minute durant le transport. Lorsque la température était trop élevée, une certaine quantité de glace était ajoutée dans les récipients.

Nous avons prélevé chaque fois cinq ou six truites mâles ou femelles "portion", c'est-à-dire de valeur marchande, pesant entre 150 et 200 grammes et ayant entre vingt et trente mois.

A l'arrivée au laboratoire, les animaux sont placés dans un double bac d'évier, recouvert d'une grille métallique. L'oxygénation est encore poursuivie. Deux heures après le prélèvement, les truites peuvent être soumises à l'analyse. Les animaux sont sacrifiés par décapitation.

Les deux muscles épaxiaux, préalablement débarrassés de la peau qui les recouvre, ont été immédiatement prélevés. Pour l'ensemble des dosages que nous avons réalisé, exception faite pour celui du glycogène, les muscles sont réunis dans un récipient et soumis au broyage à l'aide d'un Mixer (type "Moulinex") pendant une à deux minutes jusqu'à obtention d'une bouillie grisâtre homogène. Des portions aliquotes sont prélevées pour chacun des examens.

Pour le dosage du glycogène, nous avons traité la totalité de deux muscles sans broyage préalable, afin d'obtenir des résultats mesurables. Nous verrons en effet que la teneur en glycogène est relativement faible dans le muscle.

2°) Techniques de dosage :

a) Détermination de la teneur en eau :

Nous avons effectué une détermination de la teneur en eau sur nos divers prélèvements afin de pouvoir exprimer les résultats obtenus en pour cent de poids sec.

Pour cela, une certaine quantité de broyat de muscle de truite est disposée sous forme d'une couche mince au fond d'un cristalliseur taré.

Après séjour à l'étuve à 50° C jusqu'à poids constant, la perte en eau est estimée pondéralement.

b) Dosage des Protéines totales :

Nous avons utilisé la technique classique de PARNASS et WAGNER, modifiée par DUMAZERT (16).

c) Détermination des matières minérales :

Nous avons utilisé la technique suivante : une prise d'essai disposée dans une capsule de porcelaine, est placée sur le rebord extérieur de la plaque chauffante d'un four à moufle préalablement porté à 600° C. Une épaisse fumée noirâtre se forme, les gaz s'enflamment. Après complète extinction, nous refermons le four en le maintenant à 600° C pendant vingt-quatre heures. Nous le montons ensuite à 900° C, 1000° C et ensuite seulement nous l'ouvrons. Les capsules à la sortie sont disposées dans un dessiccateur et nous pesons le résidu.

d) Dosage des Lipides totaux :

Nous avons employé la méthode de DELSAL (12). La prise d'essai (environ deux à trois grammes de broyat tissulaire) est traitée par le mélange extractif méthylal-méthanol (4/1). Le tout est homogénéisé avec un agitateur en verre de forme spéciale épousant la forme du tube à essai. On procède ensuite à une centrifugation de cinq minutes à 3000 tours/minute. L'opération est répétée trois fois. Les surnageants sont mis à évaporer dans un cristallisateur à l'étuve à 50° C pendant douze heures. L'extract brut obtenu est repris alors par du méthylal pur préalablement porté à 30-35° C. Le filtrat est recueilli dans un cristallisateur taré et évaporé à l'étuve à 50° C. Le résidu est estimé pondéralement.

Les diverses déterminations précédentes ont été effectuées en double.

e) Dosage du Glycogène :

Nous avons utilisé la méthode de MONTGOMERY (30). La prise d'essai est introduite dans un ballon avec de la potasse à 66 % (15 à 20 millilitres). Le tout est porté au bain-marie bouillant une heure trente. Ces opérations doivent être conduites très rapidement pour éviter les pertes dues à la glycogénolyse. Le glycogène de ce digestat potassique est alors précipité par l'alcool à 95° : l'addition d'alcool est poursuivie jusqu'à apparition

d'un trouble du milieu. Une centrifugation de dix minutes à 4500 tours par minute est effectuée : le surnageant est rejeté, tandis que le culot est lavé à deux reprises à l'alcool à 60°, et repris par de l'eau distillée bouillante. On transvase et on complète à volume constant (100 millilitres) en ballon jaugé. Le glycogène est apprécié par la réaction colorimétrique Phénol-sulfurique de MONTGOMERY.

Les prises d'essai (0,1 à 0,2 ml) sont réparties dans des tubes à essais ; on ajoute 0,3 ml de Phénol à 80 % et 15 ml d'acide sulfurique concentré et pur RP. Après mélange, il apparaît une coloration jaune orangé. La lecture photométrique est effectuée trente minutes à l'électrophotomètre de MEUNIER à 490 mμ : la coloration reste stable plusieurs heures.

La teneur en glycogène est obtenue grâce à une courbe d'étalonnage réalisée dans des conditions identiques. Cette méthode très sensible et reproductible permet d'apprécier jusqu'à 5 μg de glycogène.

-:-:-:-:-:-:-:-:-

II - RESULTATS

Les prélèvements ayant été effectués tous les quinze jours (à l'exception du premier prélèvement du mois de Juillet ainsi que du premier et du dernier du mois d'Août) nous avons réalisé 23 séries de dosages au cours du cycle annuel de la Truite Arc-en-Ciel d'élevage (*Salmo gairdnerii* Rich.),

La logique aurait voulu que les résultats obtenus soient présentés chronologiquement à partir du premier prélèvement annuel effectué (soit le 4 Janvier) jusqu'au dernier réalisé (soit le 21 Décembre). Nous n'avons pas conservé intégralement cette présentation et nous avons en particulier fait débiter le cycle annuel le 18 Janvier. Ce choix nous a été imposé par suite du découpage en périodes du cycle annuel. L'une de ces périodes commence précisément le 18 Janvier. Il était donc plus commode d'adopter cette présentation qui facilite d'une part la lecture des résultats et d'autre part leur interprétation.

Les résultats sont indiqués de la façon suivante :

- Tableau général de tous les résultats exprimés en grammes pour cent de poids frais : tableau I.
- Tableau général de tous les résultats exprimés en grammes pour cent de poids sec : tableau II.
- Représentation graphique de tous les résultats exprimés en grammes pour cent de poids sec : courbe 1.

Nous indiquons ensuite pour chaque composé dans des tableaux et courbes individuelles le détail des valeurs obtenues (tableaux III à VII - courbes 2 à 6). Les tableaux comportent en outre l'indication de la valeur moyenne entre deux prélèvements, ainsi que la valeur correspondant à chacune des périodes du cycle annuel.

TABLEAU I

VALEURS DES DIVERS ELEMENTS EN GR

Dates	EAU	PROTEINES	MATIERES MINERALES	LIPIDES	GLYCOGE
18 Janvier	75,28	18,91	1,31	2,92	0,082
1 Février	75,55	18,92	1,28	3,26	0,292
15 Février	76,10	18,31	1,34	2,74	0,142
1 Mars	75,55	19,20	1,27	3,40	0,116
15 Mars	76,82	18,60	1,35	1,67	0,111
29 Mars	76,23	19,03	1,36	1,48	0,105
12 Avril	75,82	18,60	1,26	2,73	0,113
26 Avril	76,97	18,98	1,32	2,45	0,043
10 Mai	76,86	19,29	1,37	2,04	0,056
24 Mai	76,33	18,80	1,31	2,91	0,136
7 Juin	75,19	19,15	1,37	3,04	0,103
22 Juin	76,21	19,69	1,20	2,76	0,096

POUR CENT GRAMMES DE POIDS FRAIS

Dates	EAU	PROTEINES	MATIERES MINERALES	LIPIDES	GLYCOGENE
22 Juillet	77,45	19,15	1,34	2,37	0,074
16 Août	76,28	19,60	1,27	2,32	0,097
13 Septembre	75,45	19,26	1,33	3,21	0,112
28 Septembre	73,05	18,60	1,34	4,39	0,121
12 Octobre	74,95	19,40	1,25	3,37	0,112
26 Octobre	76,89	18,80	1,34	1,76	0,060
9 Novembre	76,37	18,89	1,36	2,46	0,180
23 Novembre	75,61	17,86	1,19	3,05	0,032
7 Décembre	75,45	17,01	1,22	2,71	0,062
21 Décembre	74,08	18,92	1,33	3,56	0,083
4 Janvier	76,19	19,20	1,20	2,41	0,160

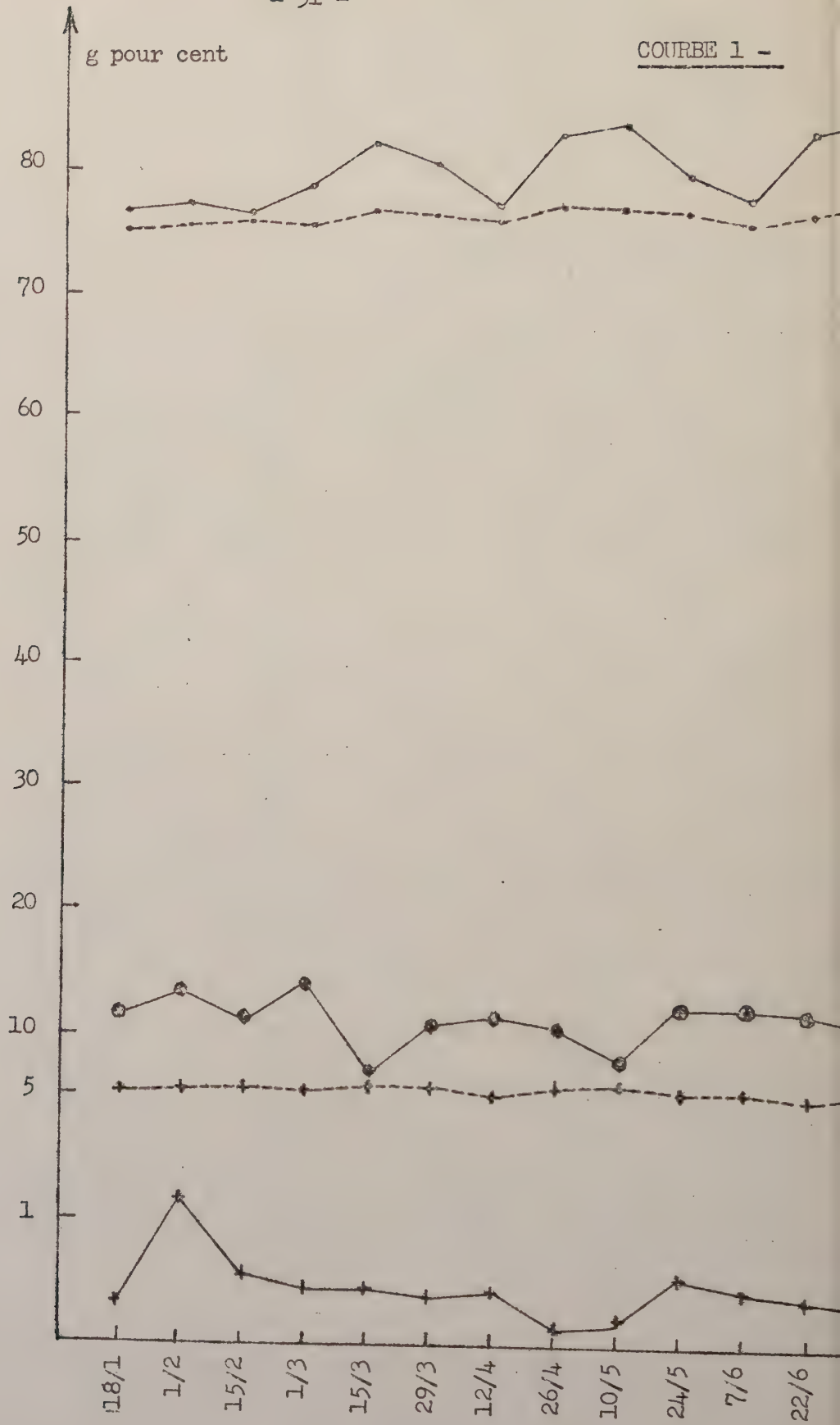
TABIEAU II

VALEURS DES DIVERS ELEMENTS EN GRAN

Dates	PROTEINES	MATIERES MINERALES	LIPIDES	GLYCOGENE
18 Janvier	76,57	5,30	11,82	0,344
1 Février	77,30	5,23	13,41	1,190
15 Février	76,37	5,59	11,47	0,592
1 Mars	78,52	5,19	13,90	0,470
15 Mars	80,19	5,81	7,19	0,478
29 Mars	80,05	5,72	10,43	0,439
12 Avril	76,94	5,23	11,28	0,469
26 Avril	82,41	5,75	10,61	0,186
10 Mai	83,36	5,91	8,81	0,244
24 Mai	79,44	5,53	12,29	0,577
7 Juin	77,18	5,52	12,25	0,415
22 Juin	82,76	5,04	11,60	0,403

POUR CENT GRAMMES DE POIDS SEC

Dates	PROTEINES	MATIERES MINERALES	LIPIDES	GLYCOGENE
22 Juillet	84,92	5,95	10,53	0,325
16 Août	82,65	5,37	9,78	0,411
13 Septembre	78,47	5,40	13,05	0,458
28 Septembre	69,04	4,99	16,29	0,449
12 Octobre	77,44	5,00	13,44	0,455
26 Octobre	81,37	5,79	7,61	0,268
9 Novembre	79,94	5,75	10,40	0,763
23 Novembre	73,26	4,89	12,53	0,133
7 Décembre	69,29	4,94	11,03	0,251
21 Décembre	72,76	5,15	13,74	0,323
4 Janvier	80,92	5,05	10,14	0,674



REPRESENTATION GRAPHIQUE DES DIVERS ELEMENTS EN GRAMMES POUR CENT DE POIDS SEC

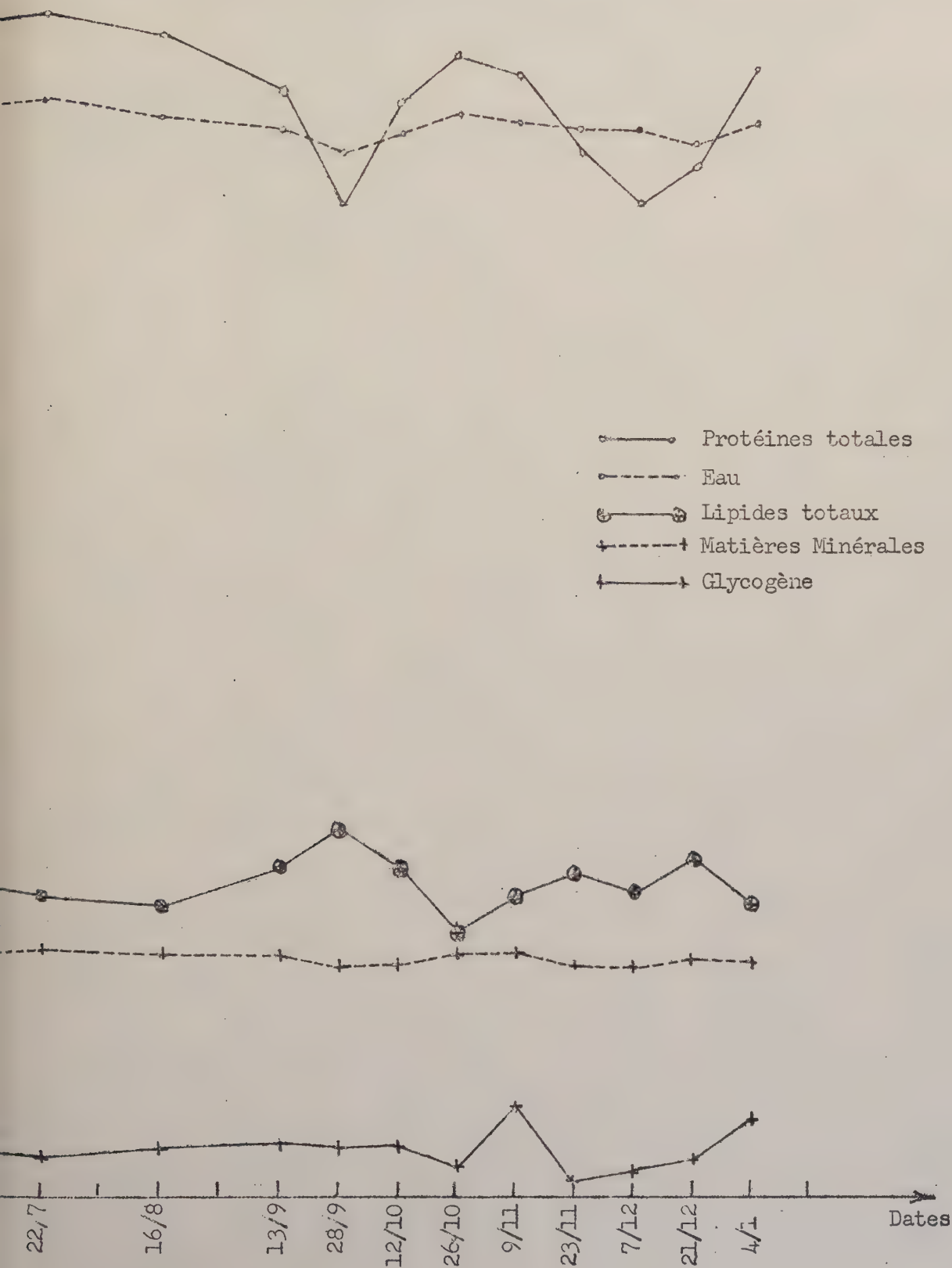
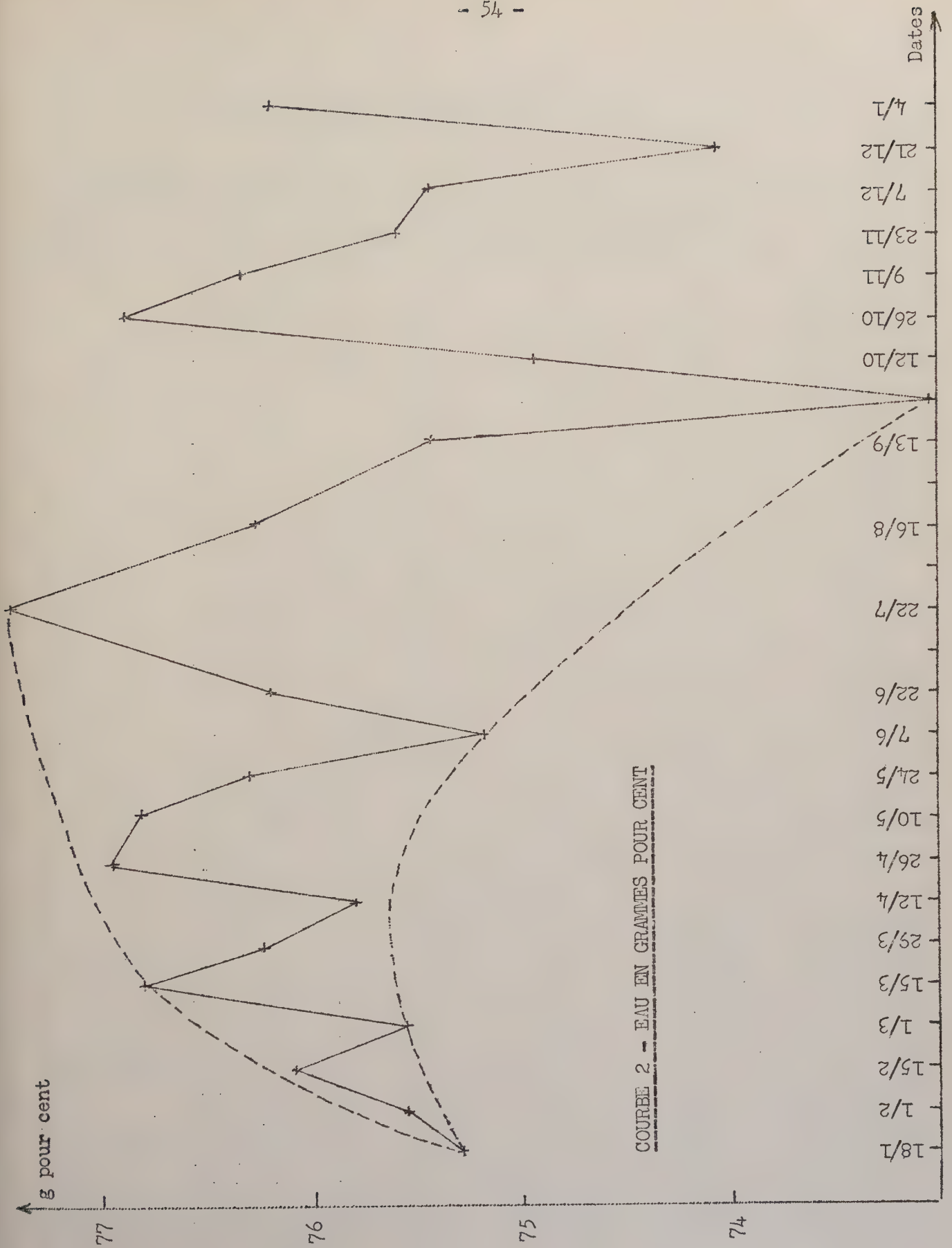


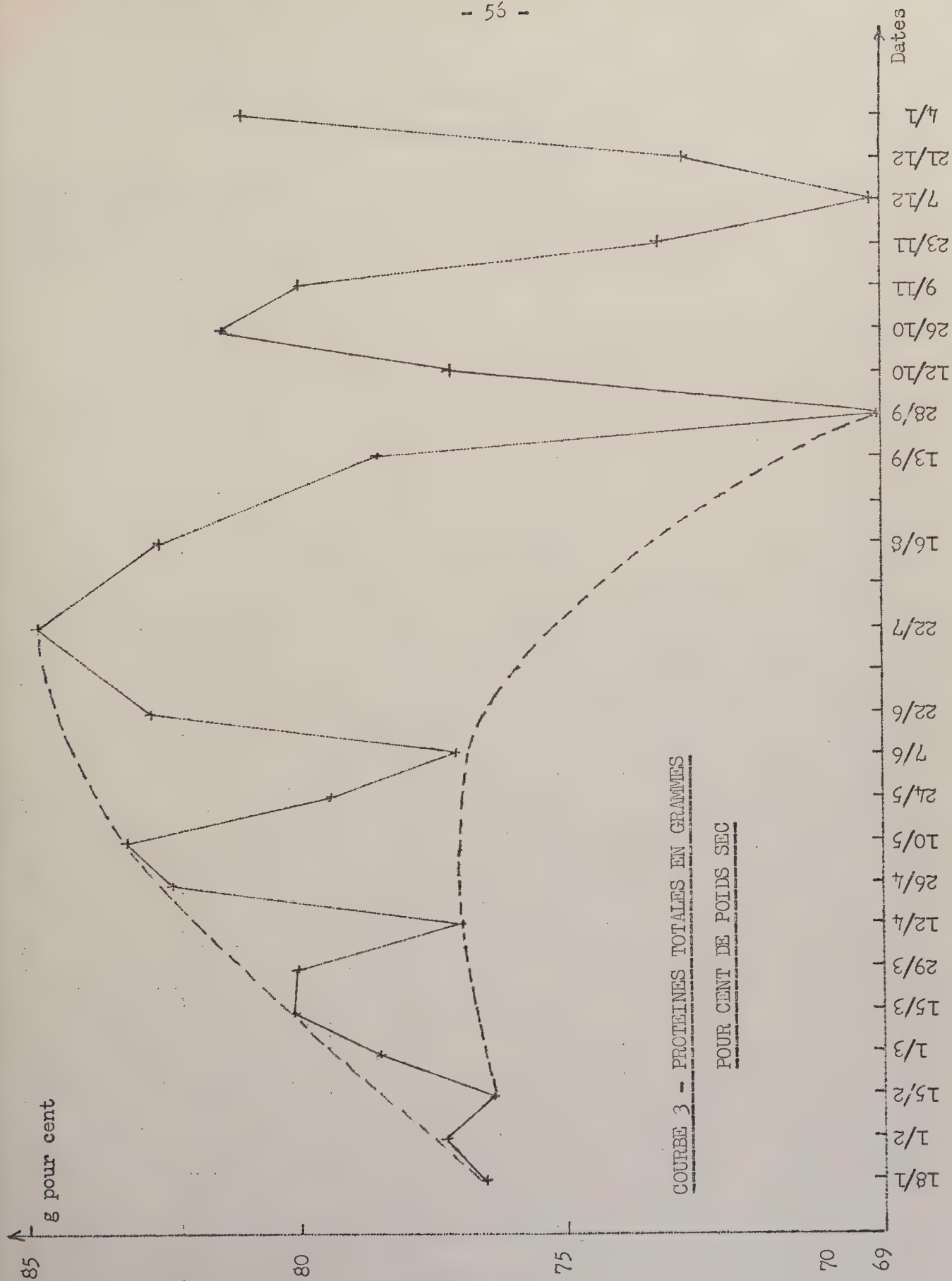
TABLEAU III - VALEURS ET VARIATIONS DE LA TENEUR EN EAU
DU MUSCLE DORSAL DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL

Dates	TENEUR EN EAU			VARIATIONS %	
	VALEURS EXPERIMENTALES		VALEUR MOYENNE	ENTRE DEUX PRELEVEMENTS	VARIATIONS % AU COURS DES DEUX PERIODES
18 Janvier	75,38	75,19	75,28	- 0,91	
1 Février	75,53	75,57	75,55	+ 0,27	
15 Février	75,97	76,22	76,10	+ 0,55	
1 Mars	75,82	75,29	75,55	- 0,55	
15 Mars	76,79	76,86	76,82	+ 1,27	
29 Mars	76,31	76,15	76,23	- 0,59	
12 Avril	75,86	75,79	75,82	- 0,41	
26 Avril	76,34	77,11	76,97	+ 1,15	
10 Mai	76,83	76,90	76,86	- 0,11	- 3,14
24 Mai	76,43	76,23	76,33	- 0,53	
7 Juin	75,18	75,20	75,19	- 1,14	
22 Juin	76,21	76,21	76,21	+ 1,02	
22 Juillet	77,58	77,33	77,45	+ 1,24	
16 Août	76,28	76,28	76,28	- 1,17	
13 Septembre	75,50	75,40	75,45	- 0,83	
28 Septembre	73,11	73,00	73,05	- 2,40	
12 Octobre	74,99	74,91	74,95	+ 1,90	+ 3,84
26 Octobre	76,82	76,96	76,89	+ 1,94	
9 Novembre	76,30	76,44	76,37	- 0,52	
23 Novembre	75,51	75,72	75,61	- 0,76	
7 Décembre	75,55	75,36	75,45	- 0,16	- 2,81
21 Décembre	74,15	74,01	74,08	- 1,37	
1 Janvier	76,31	76,31	76,31	+ 2,11	+ 2,11



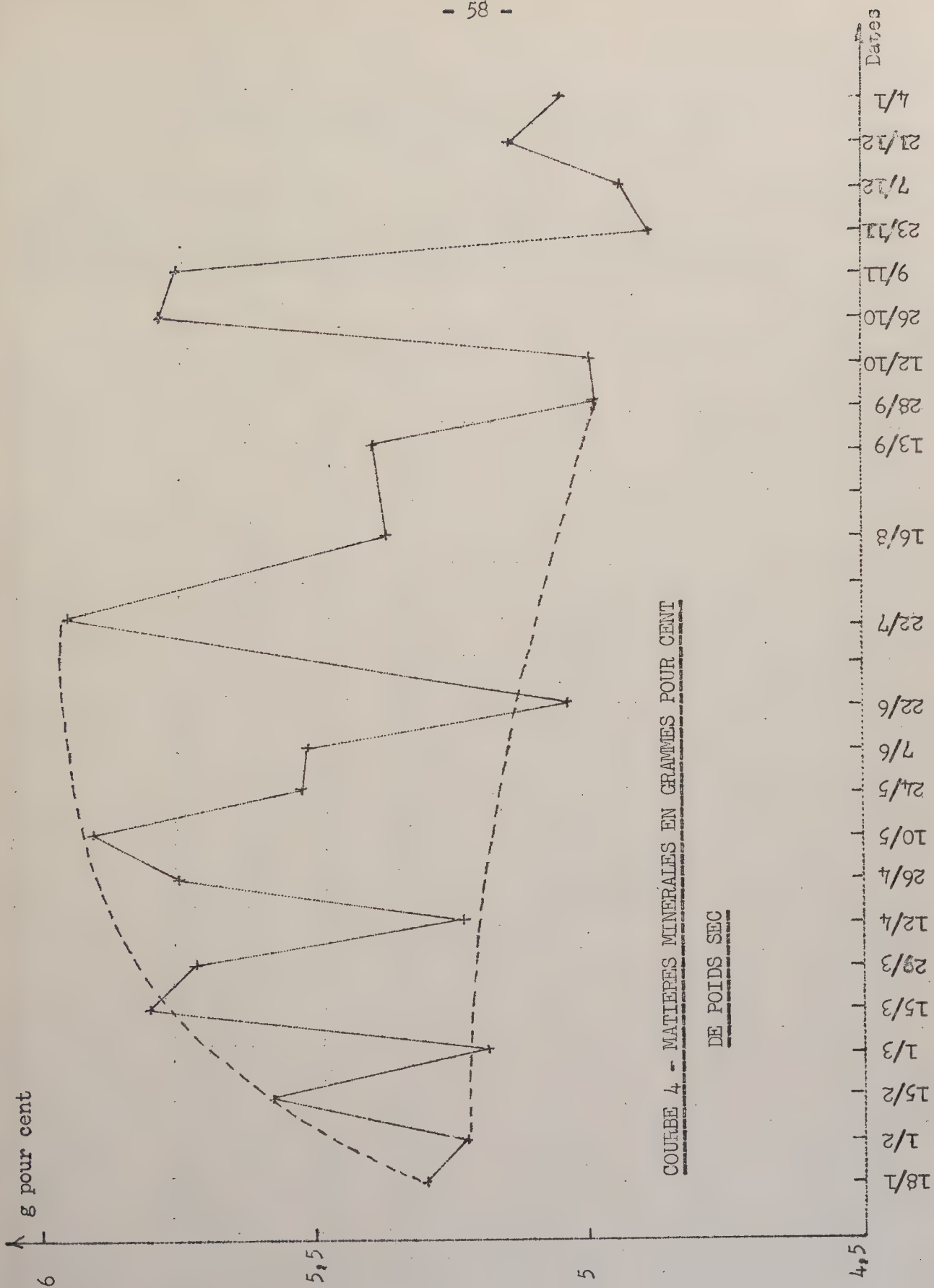
TABIEAU IV - VALEURS ET VARIATIONS DES PROTEINES TOTALES
DU MUSCLE DORSAL DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL

Dates	PROTEINES TOTALES % DE POIDS SEC			VARIATIONS %	VARIATIONS %
	VALEURS EXPERIMENTALES	VALEUR MOYENNE	PRELEVEMENTS	ENTRE DEUX	AU COURS DES DEUX PERIODES
				- 4,35	
18 Janvier	77,73	75,42	76,57	+ 0,73	
1 Février	77,30	77,30	77,30	- 0,93	
15 Février	76,37	76,37	76,37	+ 2,15	
1 Mars	78,52	78,52	78,52	+ 1,67	
15 Mars	81,29	79,09	80,19	- 0,14	
29 Mars	80,05	80,05	80,05	- 3,11	
12 Avril	77,29	76,59	76,94	+ 5,47	
26 Avril	83,15	81,67	82,41	+ 0,95	- 11,88
10 Mai	82,97	83,75	83,36	- 3,92	
24 Mai	78,96	79,93	79,44	- 2,26	
7 Juin	77,87	76,50	77,18	+ 5,58	
22 Juin	81,67	83,86	82,76	+ 2,16	
22 Juillet	87,18	82,66	84,92	- 2,27	
16 Août	85,29	80,02	82,65	- 4,18	
13 Septembre	80,33	76,62	78,47	- 9,43	
28 Septembre	69,28	68,81	69,04	+ 8,40	
12 Octobre	78,36	76,52	77,44	+ 3,93	+ 12,33
26 Octobre	81,36	81,38	81,37	- 1,43	
9 Novembre	80,80	79,07	79,94	- 6,68	- 12,08
23 Novembre	72,15	74,38	73,26	- 3,97	
7 Décembre	68,05	70,53	69,29	+ 3,47	
21 Décembre	72,53	73,00	72,76	+ 8,16	+ 11,63
4 Janvier	81,63	80,21	80,92		



TABLÉAU V - VALEURS ET VARIATIONS DES MATIÈRES MINÉRALES
DU MUSCLE DORSAL DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL

Dates	CENDRES % EN POIDS SEC			VARIATIONS %	VARIATIONS %
	VALEURS EXPERIMENTALES	VALEUR MOYENNE		ENTRE DEUX PRELEVEMENTS	AU COURS DES DEUX PERIODES
				+ 0,25	
18 Janvier	5,26	5,34	5,30	- 0,07	
1 Février	5,23	5,23	5,23	+ 0,36	
15 Février	5,59	5,59	5,59	- 0,40	
1 Mars	5,19	5,19	5,19	+ 0,62	
15 Mars	5,86	5,77	5,81	- 0,09	
29 Mars	5,76	5,67	5,72	- 0,49	
12 Avril	5,25	5,21	5,23	+ 0,52	
26 Avril	5,77	5,73	5,75	+ 0,16	- 0,06
10 Mai	5,83	6,01	5,91	- 0,38	
24 Mai	5,49	5,58	5,53	- 0,01	
7 Juin	5,56	5,48	5,52	- 0,48	
22 Juin	5,04	5,04	5,04	+ 0,91	
22 Juillet	5,99	5,90	5,95	- 0,56	
16 Août	5,31	5,44	5,37	+ 0,03	
13 Septembre	5,46	5,34	5,40	- 0,41	
28 Septembre	4,98	5,00	4,99	+ 0,01	
12 Octobre	5,03	4,98	5,00	+ 0,79	+ 0,80
26 Octobre	5,91	5,68	5,79	- 0,04	
9 Novembre	5,69	5,81	5,75	- 0,86	- 0,90
23 Novembre	4,73	5,06	4,89	+ 0,05	
7 Décembre	4,78	5,11	4,94	+ 0,19	+ 0,14
21 Décembre	5,06	5,23	5,15	- 0,10	
4 Janvier	5,16	4,95	5,05		



COUBE 4 - MATIERES MINERALES EN GRAMES POUR CENT

DE POIDS SEC

TABLEAU VI -- VALEURS ET VARIATIONS DES LIPIDES TOTAUX
DU MUSCLE DORSAL, DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL

Dates	LIPIDES TOTAUX EN % DE POIDS SEC			VARIATIONS % : VARIATIONS %	
	VALEURS EXPERIMENTALES		VALEUR MOYENNE	ENTRE DEUX : AU COURS DES	PRELEVEMENTS : DEUX PERIODES
				+ 1,68	
18 Janvier	11,82	11,82	11,82	+ 1,59	
1 Février	13,41	13,41	13,41	- 1,94	
15 Février	11,47	11,47	11,47	+ 2,43	
1 Mars	13,90	13,90	13,90	- 6,71	
15 Mars	7,50	6,90	7,19	+ 3,24	
29 Mars	10,05	10,85	10,43	+ 0,35	
12 Avril	11,16	11,41	11,28	- 0,67	
26 Avril	10,72	10,50	10,61	- 1,80	+ 6,15
10 Mai	8,64	8,99	8,81	+ 3,48	
24 Mai	12,13	12,46	12,29	- 0,04	
7 Juin	12,33	12,17	12,25	- 0,65	
22 Juin	11,43	11,76	11,60	- 1,07	
22 Juillet	10,91	10,15	10,53	- 0,75	
16 Août	9,99	9,57	9,78	+ 3,27	
13 Septembre	13,12	12,99	13,05	+ 3,24	
28 Septembre	16,88	15,70	16,29	- 2,85	
12 Octobre	12,99	13,90	13,44	- 5,83	- 8,68
26 Octobre	7,16	8,07	7,61	+ 2,79	
9 Novembre	10,50	10,31	10,40	+ 2,13	+ 4,92
23 Novembre	12,49	12,56	12,53	- 1,50	
7 Décembre	10,71	11,36	11,03	+ 2,71	- 2,39
21 Décembre	13,53	13,96	13,74	- 3,60	
4 Janvier	10,12	10,16	10,14		

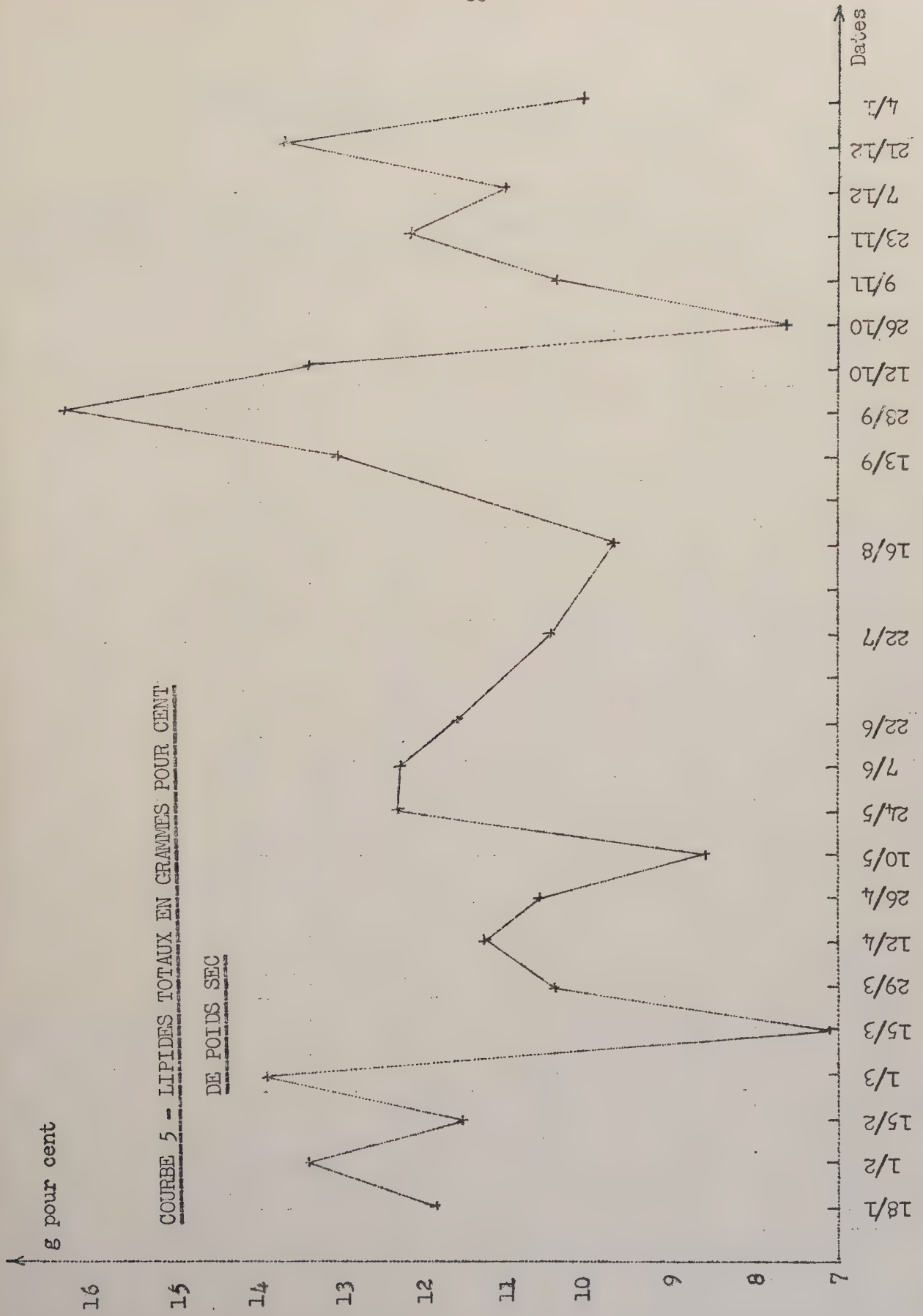
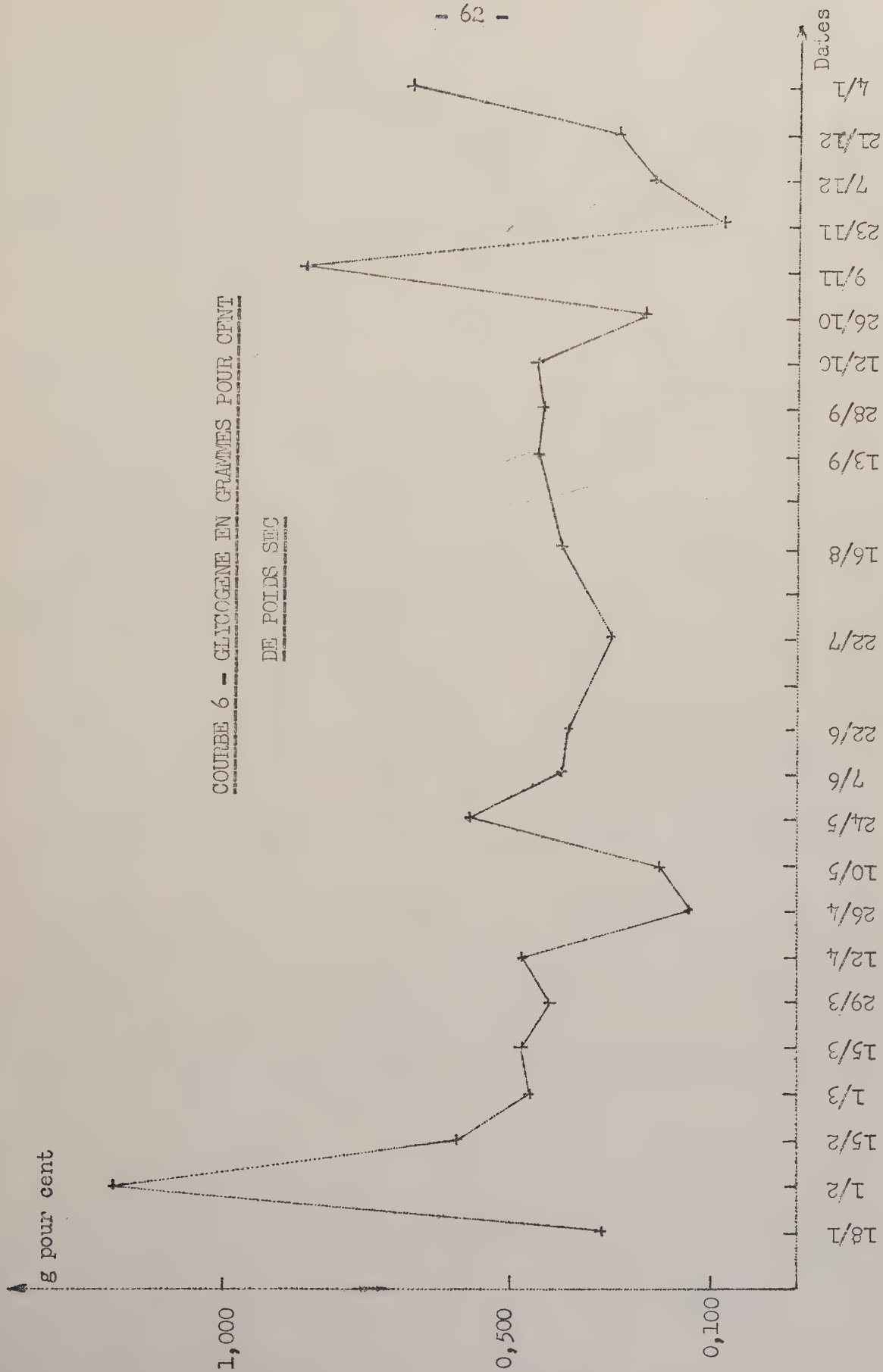


TABLEAU VII - VALEURS ET VARIATIONS DU GLYCOGENE
DU MUSCLE DORSAL DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL

Dates	GLYCOGENE % DE POIDS SEC			VARIATIONS %	VARIATIONS %
	VALEURS EXPERIMENTALES	VALEUR MOYENNE		ENTRE DEUX PRELEVEMENTS	AU COURS DES DEUX PERIODES
18 Janvier	0,344	0,344	0,344	- 0,330	
1 Février	1,190	1,190	1,190	+ 0,846	
15 Février	0,592	0,592	0,592	- 0,598	
1 Mars	0,470	0,470	0,470	- 0,122	
15 Mars	0,517	0,439	0,478	+ 0,008	
29 Mars	0,425	0,454	0,439	- 0,039	
12 Avril	0,479	0,459	0,469	+ 0,030	
26 Avril	0,169	0,204	0,186	- 0,283	
10 Mai	0,255	0,233	0,244	+ 0,058	- 0,225
24 Mai	0,575	0,578	0,577	+ 0,333	
7 Juin	0,407	0,423	0,415	- 0,162	
22 Juin	0,403	-	0,403	- 0,012	
22 Juillet	0,310	0,341	0,325	- 0,078	
16 Août	0,409	0,413	0,411	+ 0,086	
13 Septembre	0,456	0,460	0,458	+ 0,047	
28 Septembre	0,461	0,438	0,449	- 0,009	
12 Octobre	0,447	0,463	0,455	+ 0,006	
26 Octobre	0,250	0,286	0,268	- 0,187	- 0,181
9 Novembre	0,758	0,768	0,763	+ 0,495	
23 Novembre	0,118	0,148	0,133	- 0,630	- 0,135
7 Décembre	0,240	0,263	0,251	+ 0,118	
21 Décembre	0,326	0,320	0,323	+ 0,072	+ 0,541
4 Janvier	0,522	0,870	0,655	- 0,351	

COURBE 6 - GLYCOGENE EN GRAMMES POUR CENT

DE POIDS SEC



Nous indiquons dans le tableau VIII la valeur de l'erreur type de la moyenne (sm) pour chacun des composés étudiés. Ceci permet de juger l'importance des variations non contrôlées sur les résultats obtenus, c'est-à-dire l'erreur systématique commise sur chacune des séries de 46 dosages.

TABIEAU VIII

VALEUR DE L'ERREUR TYPE MOYENNE

COMPOSE	$\bar{X}$ (g. pour cent)	sm
EAU	75,86	$\pm 0,14$
PROTEINES TOTALES	78,66	$\pm 0,77$
MATIERES MINERALES	5,40	$\pm 0,05$
LIPIDES TOTAUX	11,46	$\pm 0,31$
GLYCOCENE	0,45	$\pm 0,03$

On peut constater que les erreurs enregistrées sont faibles par rapport à l'importance quantitative des composés dosés. Nous pouvons donc affirmer que les erreurs inhérentes aux techniques de dosages que nous avons utilisées et aux conditions de prélèvements que nous avons adoptées n'interfèrent pas sur l'interprétation biologique des résultats.

Les valeurs extrêmes trouvées pour chacun des composés étudiés montrent que sur le plan biologique des variations notables peuvent être relevées. Ces variations exprimées en valeur absolue, et en valeurs relatives font l'objet du tableau IX.

TABLÉAU IX

VARIATIONS EN VALEUR ABSOLUE ET EN VALEURS RELATIVES
DES DIVERS COMPOSÉS ETUDIÉS

COMPOSÉ	VALEURS EXTREMES		VARIATIONS POUR CENT	
	:(grammes pour cent):		:(valeur absolue)	:(valeurs relatives)
				(°) : (°°)
EAU	73,05	- 77,45	4,40	6,0 : 5,7
PROTEINES TOTALES	69,04	- 84,92	15,88	23,0 : 18,7
MATIÈRES MINÉRALES	4,89	- 5,95	1,06	21,7 : 17,8
LIPIDES TOTAUX	7,19	- 16,29	9,10	126,6 : 55,9
GLYCOGÈNE	0,133	- 1,190	1,057	794,7 : 88,8

(°) par rapport à la valeur extrême la plus faible

(°°) par rapport à la valeur extrême la plus élevée

Les variations pour cent en valeurs relatives montrent que la distribution des résultats est relativement régulière lorsque l'on considère les teneurs en eau, en protéines et en matières minérales mais que, par contre, elle est fortement dissociée pour les lipides totaux et le glycogène.

III - DISCUSSION

L'examen de chacune des courbes nous a conduit tout d'abord à rechercher si certaines similitudes existaient entre elles.

On peut constater que les teneurs en eau, en protéines et en matières minérales (Courbes 2 - 3 et 4) augmentent régulièrement, par paliers successifs du début du cycle jusqu'au 22 Juillet pour enregistrer ensuite, au 28 Septembre leurs valeurs les plus basses. Par la suite les fluctuations semblent plus anarchiques.

Pour les lipides totaux et le glycogène (courbes 5 et 6) les variations jusqu'au 28 Septembre sont sensiblement inversées.

Le problème était donc de savoir s'il était possible d'individualiser dans ce cycle biochimique une ou plusieurs périodes distinctes.

Nous nous sommes reportés à cet effet aux ouvrages traitant de la biologie de la truite, et nous nous sommes aperçus que précisément deux grandes périodes pouvaient être distinguées.

En effet, chez les vertébrés inférieurs, tout comme d'ailleurs chez les invertébrés, deux fonctions prédominent. La fonction principale de l'organisme est représentée par la reproduction, l'animal devant à tout prix, pour éviter de disparaître, assurer la perpétuation de l'espèce.

Une deuxième fonction, résultant d'ailleurs de l'intervention de nombreux facteurs, est représentée par la nécessité pour l'animal d'assurer de façon régulière, sa croissance.

Une alternance s'établit donc entre une période de repos sexuel pendant laquelle sont stockées les réserves tissulaires nécessaires avec comme conséquences l'augmentation de taille et de poids, et une période d'activité sexuelle caractérisée surtout par l'élaboration des cellules sexuelles et leur expulsion dans le milieu extérieur.

La durée respective de chacune de ces périodes est évidemment variable suivant les conditions externes du milieu et la localisation géographique. En France, en ce qui concerne la truite Arc-en-Ciel, on peut dire que la période d'activité sexuelle occupe sensiblement le dernier trimestre de l'année.

Le 28 Septembre, date à laquelle nous constatons des valeurs faibles pour les teneurs en eau, en protéines et en composés minéraux et la valeur la plus élevée pour les lipides totaux, semble donc bien représenter le point d'articulation entre les deux périodes.

Aussi, dans notre argumentation, nous distinguerons successivement deux périodes :

- Période 1 : Repos sexuel : du 18 Janvier au 28 Septembre.
- Période 2 : Activité sexuelle : du 28 Septembre au 4 Janvier.

Nous rappelons à nouveau ici, que c'est pour cette raison que nous avons été amenés à adopter, pour la présentation des résultats, la date du 18 Janvier comme date de début du cycle.

A) Etude particulière de chaque constituant

1) Teneur en eau :

Au cours du cycle annuel, la teneur en eau subit un certain nombre de variations que nous avons chiffrées (tableau IX) à 4,40 pour cent en valeur absolue et à 6,0 et 5,7 pour cent en valeurs relatives.

La teneur en eau tissulaire d'un organisme vivant étant généralement une constante biologique stable, on peut donc en premier lieu indiquer qu'elle est soumise, dans le cas particulier du tissu musculaire de la truite à des fluctuations d'une certaine amplitude. Nous verrons par la suite, lors de l'étude des protéines ce que l'on peut penser de ce phénomène.

On constate également que la teneur maximum est obtenue le 22 Juillet (77,45 pour cent) et la teneur minimum le 28 Septembre (73,05 pour cent).

a) Etude de la période 1 : Repos sexuel

Au cours de cette période, on note (courbe 2) que quatre pics se succèdent à intervalles presque réguliers les 15 Février, 15 Mars, 26 Avril et 22 Juillet. Ces divers maxima peuvent presque d'ailleurs se situer sur une courbe ascendante régulière. Les divers minima situés les 18 Janvier, 1er Mars, 12 Avril, 7 Juin et 28 Septembre peuvent pour leur part être placés sur une courbe descendante régulière.

Les variations de la teneur en eau au cours de cette période peuvent par conséquent être considérées comme résultant d'une alternance régulière de phases d'augmentation et de diminution prenant d'ailleurs au cours du temps une amplitude de plus en plus grande. Il est certain que ceci représente la conséquence de l'activité d'un ou plusieurs mécanismes biologiques particuliers dont la signification sera expliquée par la suite.

Comme nous le verrons, ces phases d'augmentation et de diminution sont dues à l'interpénétration de plusieurs facteurs écologiques. Aussi nous n'avons pas pu distinguer plusieurs parties dans cette période de calme sexuel, et nous avons simplement indiqué dans le tableau III une valeur globale pour la variation au cours de cette période (-3,14 pour cent).

b) Etude de la période 2 : Activité sexuelle

A partir du 28 Septembre et au cours du dernier trimestre de l'année, les valeurs de la teneur en eau subissent également un certain nombre de modifications qui nécessitent pour pouvoir être expliquées la subdivision de cette période en trois parties distinctes.

L'examen du tableau III donne la valeur des variations au cours de ces trois parties :

- du 28 Septembre au 26 Octobre	+ 3,84 pour cent
- du 26 Octobre au 21 Décembre	- 2,81 pour cent
- du 21 Décembre au 4 Janvier	+ 2,11 pour cent

Une très grande similitude existant entre ces variations et celles enregistrées pour la teneur en protéines totales, nous interpréterons ce phénomène lors de l'étude de ce dernier composé.

2) Teneur en protéines totales :

Par rapport aux valeurs extrêmes enregistrées (69,04 pour cent le 28 Septembre et 84,92 pour cent le 22 Juillet) à des dates qui sont d'ailleurs strictement identiques à celles que nous avons relevées pour la teneur en eau, les variations des protéines totales sont respectivement de 15,88 pour cent en valeur absolue et de 23,0 et 18,7 pour cent en valeurs relatives.

Ces variations sont d'une certaine amplitude, et il nous paraît logique de penser que, comme pour la teneur en eau, elles sont dues à l'absence relative de mécanismes de régulation tels que ceux que l'on observe chez les vertébrés supérieurs. Les stress biologiques qui sont fortement et immédiatement compensés chez les mammifères par des phénomènes régulateurs hormonaux ou centraux ne sont pas ou que très peu atténués chez les poissons. Ces animaux extériorisent donc pleinement par des modifications métaboliques importantes les attaques auxquelles ils sont soumis. Il ne nous semble pas y avoir d'autre explication à un tel phénomène.

D'ailleurs, comme nous pourrons le constater par la suite, certains facteurs hormonaux tels par exemple que les produits de sécrétion du corps thyroïde n'interviennent pas dans le sens d'une régulation mais bien au contraire dans le sens d'une amplification des variations biochimiques.

a) Etude de la période 1 : Repos sexuel

Il y a fort peu de choses à ajouter à ce qui a été décrit lors de l'étude de la teneur en eau.

On note également dans le cas des protéines totales des maxima et des minima se situant sur des courbes ascendantes et descendantes régulières. Cette période est en valeur absolue, caractérisée par une variation de - 11,88 pour cent (tableau IV).

b) Etude de la période 2 : Activité sexuelle

Il existe au cours de cette période trois parties nettement distinctes présentant une similitude absolue avec celles que nous avons notées pour la teneur en eau :

- du 28 Septembre au 26 Octobre	+ 12,33 pour cent
- du 26 Octobre au 7 Décembre	- 12,08 pour cent
- du 7 Décembre au 4 Janvier	+ 11,63 pour cent

Comment cette alternance régulière peut-elle être interprétée ?

Nous devons pour cela nous reporter aux données fournies par l'étude du cycle sexuel des poissons.

La sexualité proprement dite s'effectue selon trois stades :

- Au cours du premier stade, le poisson doit stocker dans ses tissus les composés nécessaires d'une part à l'élaboration des cellules reproductrices et d'autre part aux besoins énergétiques considérables nécessités par cette élaboration et par la ponte.

- . La ponte proprement dite constitue le deuxième stade.
- . Elle est suivie d'une phase de récupération fonctionnelle.

Sur le plan biochimique, le phénomène se trouve confirmé :

- du 28 Septembre au 26 Octobre, il y a accumulation de protéines (+ 12,33 pour cent). C'est le stade I.
- du 26 Octobre au 7 Décembre, stade de ponte, les protéines diminuent d'une façon sensiblement égale (- 12,08 pour cent). Ceci est dû au fait que l'animal mobilise ses protéines pour lui fournir l'énergie qui lui est nécessaire.
- du 7 Décembre au 4 Janvier, le taux des protéines s'élève à nouveau (+ 11,63 pour cent) atteignant et dépassant même légèrement la valeur enregistrée au début du cycle.

La même interprétation peut aussi être donnée pour les modifications de la teneur en eau au cours de cette période.

3) Teneur en matières minérales :

Nous n'insisterons pas sur les variations du taux des matières minérales. En valeur absolue, ces variations représentent 1,06 pour cent, en valeurs relatives 21,7 et 17,8 pour cent (tableau IX).

a) Etude de la période 1 : Repos sexuel

Elle est comparable en tous points à ce que nous avons constaté pour la teneur en eau et en protéines. Il est à noter cependant que l'amplitude des variations indiquée sur le tableau V est plus faible (- 0,06 pour cent).

b) Etude de la période 2 : Activité sexuelle

Les trois parties peuvent également être individualisées :

- du 28 Septembre au 26 Octobre	+ 0,80 pour cent
- du 26 Octobre au 23 Novembre	- 0,90 pour cent
- du 23 Novembre au 4 Janvier	+ 0,14 pour cent

Ces stades sont comparables à ceux observés précédemment. Seul le dernier est quantitativement beaucoup moins accusé, le taux des matières minérales semblant se régulariser plus facilement.

L'aspect général de la courbe représentative des matières minérales est conforme à la stabilité et au rôle joué par ces composés dans les structures cellulaires.

4) Teneur en lipides totaux :

Deux remarques doivent tout d'abord être faites sur les variations des lipides totaux du tissu musculaire de la Truite au cours du cycle annuel.

- En premier lieu, l'examen de la courbe 5 montre qu'une opposition presque complète existe entre les valeurs de ce composé et celles enregistrées pour l'eau, les protéines totales et les composés minéraux. A chaque maximum correspond de façon presque absolue, un minimum.

- Ensuite, si l'on considère les variations pour cent en valeur absolue et en valeurs relatives (tableau IX), on constate que surtout dans le cas de ces dernières les variations présentent une amplitude nettement plus importante. Les valeurs calculées pour les lipides sont en effet les suivantes :

- . Variation en valeur absolue : 9,10 pour cent
- . Variations en valeurs relatives : 126,6 et 55,9 pour cent.

Les variations en valeurs relatives sont en outre nettement dissociées.

Il semble donc bien que les lipides, composés facilement métabolisables, réagissent d'une façon nettement plus accusée aux diverses sollicitations biologiques qui interviennent au cours du cycle annuel.

a) Etude de la période 1 : Repos sexuel

Il n'est pas possible au cours de cette période de réaliser une représentation identique aux cas précédents. Les valeurs obtenues sont beaucoup trop dispersées et l'on ne pourrait que difficilement les placer sur des courbes ascendantes et descendantes.

Si l'on considère les variations elles-mêmes avec quelques détails on peut constater tout d'abord l'importance du taux des lipides totaux au 28 Septembre, que l'on peut interpréter comme un stockage destiné à la préparation du phénomène sexuel, et le taux très abaissé dans la période comprise entre le 22 Juillet et le 16 Août, période pendant laquelle au contraire le taux des protéines est maximum. Il est à noter enfin que les minima du 15 Février et du 10 Mai coïncident également de façon exacte avec des maxima protéiques.

La teneur en lipides totaux semble donc bien au cours de cette période être modifiée de façon inverse par rapport à celle des autres éléments.

b) Etude de la période 2 : Activité sexuelle

Deux points importants doivent être soulignés au cours de cette période.

-- La chute très importante des lipides totaux dans la période comprise entre le 28 Septembre et le 26 Octobre, c'est-à-dire pendant la période d'élaboration des cellules sexuelles.

On peut penser que cet effondrement est du d'une part au stockage lipidique intense dans les cellules sexuelles et aux besoins énergétiques considérables nécessités par ce stockage.

- L'élévation importante du 26 Octobre au 23 Novembre, c'est-à-dire au cours de la ponte.

La truite à ce moment là récupère déjà son stock lipidique cellulaire.

La fin du cycle sexuel (23 Novembre - 4 Janvier) ne semble destiné qu'à la régularisation de la valeur de ce stockage lipidique.

5) Teneur en glycogène :

La teneur en glycogène du muscle dorsal de la truite ne représente par rapport à celles des autres constituants qu'une valeur relativement faible (0,45 grammes pour cent grammes de poids sec).

Les valeurs extrêmes sont par contre très éloignées l'une de l'autre, et en conséquence les variations en valeur absolue et en valeurs relatives sont très élevées.

- . Variation en valeur absolue : 1,057 pour cent.
- . Variations en valeurs relatives : 794,7 et 88,8 pour cent.

On note également dans ce cas une très nette dissociation des variations en valeurs relatives montrant bien la très grande réactivité de ce composé sous l'influence des facteurs métaboliques.

a) Etude de la période 1 : Repos sexuel

L'examen de la courbe 6 montre que le maximum du taux est enregistré le 1er Février (1,190 grammes pour cent).

L'animal semble donc bien reconstituer en premier lieu ses réserves de glycogène afin de pouvoir, pendant la suite de cette période de repos sexuel, utiliser ce composé pour les réactions métaboliques permettant en particulier la biosynthèse des composés protéiques.

Le minimum enregistré au cours du mois d'Avril pourrait être dû à une mobilisation de ce composé pour une élaboration précoce des cellules reproductrices. SWIFT (39) a en effet montré que la maturation des gonades commençait parfois très précocement.

b) Etude de la période 2 : Activité sexuelle

Comme précédemment, trois parties peuvent être distinguées au cours de cette période (tableau VII) :

- du 28 Septembre au 26 Octobre	- 0,181 pour cent
- du 26 Octobre au 23 Novembre	- 0,135 pour cent
- du 23 Novembre au 4 Janvier	+ 0,541 pour cent

La diminution enregistrée au cours de la première partie peut s'expliquer par la nécessité de synthétiser des produits de réserve (protéines en particulier) ce qui entraîne une certaine dépense d'énergie.

Une diminution en valeur absolue est également constatée au cours de la deuxième période. Celle-ci correspond à la phase d'expulsion des cellules sexuelles et la diminution enregistrée trouve donc facilement une explication. On doit cependant noter que cette deuxième période comprend en réalité une phase d'augmentation et une phase de diminution. Cette dernière est plus importante en valeur absolue que la phase d'augmentation qui précède. Tout semble donc se passer comme si, en un espace de temps très court, les réserves glycogéniques étaient soumises à de brusques variations permettant à l'animal à la fois de maintenir à un niveau suffisant le taux des produits qui lui sont nécessaires et de les utiliser, sans toutefois épuiser complètement les réserves glucidiques dont la valeur absolue est assez faible.

La troisième partie correspond à la phase de récupération et elle est conforme à ce que nous avons constaté pour les protéines totales.

L'étude successive des divers éléments nous montre que si les modifications enregistrées sont assez facilement interprétables pour les composés structuraux tels que l'eau, les protéines totales et les matières minérales, par contre les lipides totaux et le glycogène, composés entrant dans des réactions métaboliques plus intenses ne peuvent parfois donner lieu qu'à des hypothèses. Il semble cependant bien que tous les composés étudiés soient nettement modifiés tant par le déroulement du phénomène sexuel, activité essentielle de cet organisme vivant, que par le comportement de l'animal en période de repos sexuel.

B) Etude biologique générale

Les modifications enregistrées pour chacun des constituants du tissu musculaire de la Truite Arc-en-Ciel nous ont permis de définir deux groupes biochimiques distincts.

- L'eau, les protéines et les matières minérales présentent des variations sensiblement identiques.
- Les lipides totaux et le glycogène des variations généralement inversées.

Il convient donc de définir la signification biologique de cet état de fait.

Nous avons été frappés par l'alternance régulière des phases d'augmentation et de diminution des composés du premier groupe au cours de la première période et par l'augmentation en amplitude au cours du temps.

La croissance de l'animal en taille et en poids est le seul facteur biologique auquel ces variations puissent être rattachées.

Il a été montré en effet, que c'est presque exclusivement au cours de la première période que s'effectue la croissance. Il convient donc d'essayer de rattacher ces deux phénomènes entre eux.

La croissance des animaux et en particulier celle des poissons est consécutive à l'action d'une série de facteurs tant matériels qu'écologiques.

Tout d'abord, bien entendu, l'alimentation joue un rôle de premier plan suivant son importance quantitative et sa valeur qualitative.

Nous avons vu dans les "Notions Générales de Pisciculture" quelles étaient les règles qui conditionnaient cette alimentation dans les élevages spécialisés. Nous n'y reviendrons pas.

Cependant, on doit remarquer que l'alimentation ne peut, à elle seule, expliquer les variations biochimiques enregistrées, étant donné qu'elle est toujours administrée de façon régulière et qu'elle ne peut par conséquent entraîner l'apparition d'ondes telles que celles que nous avons constatées.

Il faut donc bien admettre que la truite se trouve soumise à d'autres facteurs qui potentialiseraient à certains moments l'augmentation de taille et de poids et qui l'inhiberaient au contraire à certains autres.

Nous nous sommes donc attachés à rechercher dans la littérature scientifique si de tels phénomènes avaient été décrits. Un travail réalisé par SWIFT (39) en 1955, nous donne une explication.

SWIFT déclare en effet que : "Bien qu'il soit reconnu par tous que la vitesse de croissances des Salmonidés varie à différentes époques de l'année, le moment exact et la manière selon lesquelles se produisent ces fluctuations n'avaient jamais été établies précédemment."

D'après cet auteur, trois facteurs principaux interviennent au cours de la croissance :

- la température de l'eau
- la luminosité
- la glande thyroïde.

Donc deux facteurs écologiques externes et un facteur métabolique.

Résumons ici brièvement l'ensemble des constatations de SWIFT et essayons d'y rattacher nos propres observations.

a) Influence de la température de l'eau

La température de l'eau augmente progressivement du Printemps à l'Eté et décroît en Automne. SWIFT note que la croissance de la truite commence au début du Printemps quand l'eau est encore relativement froide, puis diminue à la fin de l'Eté pour reprendre ensuite en Automne.

Nous notons personnellement des pics au 15 Février, 15 Mars et 26 Avril, soit sensiblement dans les périodes signalées par SWIFT. Si un léger décalage est enregistré, nos phases d'augmentation débutant plus tôt et se terminant plus tard, on peut admettre qu'il ne s'agisse en l'occurrence que de l'influence de facteurs géographiques, les travaux de SWIFT ayant été réalisés en Angleterre, c'est-à-dire à une latitude plus septentrionale que la nôtre.

b) Influence de la luminosité

SWIFT, dans une étude faite sur de nombreux animaux, note l'existence d'un pic de croissance important entre les mois de Juillet et d'Août, et il constate que c'est précisément à cette époque de l'année que la longueur de la période diurne est maximale. Il pense qu'il existe une relation à la fois directe et indirecte de cause à effet entre ces deux phénomènes.

Nous rappelons que nous avons pour notre part constaté un maximum dans la teneur en matières protéiques précisément le 22 Juillet.

Nous allons constater que l'action de la lumière intervient plus particulièrement par l'intermédiaire de son rôle sur la fonction thyroïdienne du poisson.

c) Rôle de la sécrétion du corps thyroïde

L'étude de la sécrétion du corps thyroïde de la truite a été conduite par SWIFT grâce à l'utilisation d'iode radioactif ^{131}I . Nous n'entrons pas dans le détail de l'expérimentation en nous bornant à indiquer les résultats obtenus.

La sécrétion du corps thyroïde subit au cours de l'année des variations quantitatives caractérisées par un maximum de sécrétion au mois de février et surtout au mois de Juillet. Le tracé obtenu est très sensiblement superposable à celui de l'indice de luminosité. Il semble donc bien que la sécrétion thyroïdienne soit nettement augmentée par les stimuli externes et en particulier par la longueur de la période diurne sans qu'il soit cependant possible d'affirmer qu'il s'agisse en l'occurrence de l'unique facteur responsable.

Les hormones thyroïdiennes constitueraient donc de véritables hormones de croissance qui s'associeraient aux facteurs précédents ou qui en seraient la conséquence potentialisant ainsi les effet entre les mois de Janvier et de Juillet.

Comme nous l'avons dit précédemment, nous enregistrons pour notre part un pic important le 22 Juillet. Le pic noté au 15 Février pourrait avoir la même origine.

Sur ce problème particulier de la croissance de l'animal, il faut également noter que, au cours de la période d'activité sexuelle, ce phénomène n'est pas pour autant totalement annulé.

En effet, si nous pensons que le pic enregistré le 26 Octobre pour les substances protéiques est le reflet de l'activité sexuelle du poisson, on peut envisager malgré tout que dans une certaine mesure il puisse être la conséquence de l'action des facteurs que nous venons d'étudier.

SWIFT relève aussi pour sa part un pic de croissance net au mois d'Octobre.

A ce moment-là, la température élevée des mois d'Eté commence à s'atténuer, et l'on se trouve donc dans des conditions favorables pour une reprise de croissance.

Nous pensons, comme SWIFT, que si le phénomène n'est pas aussi caractéristique qu'il l'avait été au cours de la première période, c'est que la fourniture des métabolites est insuffisante pour maintenir à son niveau normal à la fois la croissance de l'animal et la maturation des gonades.

Le phénomène sexuel prend alors nettement l'avantage.

En ce qui concerne les lipides totaux et le glycogène, nous ne pouvons que confirmer l'opposition de leurs variations avec celles des autres composés et leur rôle de facteurs métaboliques extrêmement actifs, ce qui explique d'ailleurs que l'on ne puisse noter de périodicité régulière au cours de leur cycle annuel.

.°.

La sexualité et la croissance représentent donc bien les deux phénomènes majeurs de la biologie de la truite Arc-en-Ciel. Ces deux activités s'interpénètrent étroitement, et les variations enregistrées ne sont en somme que la résultante de l'action conjuguée de plusieurs facteurs distincts.

Le cycle évolutif que nous avons étudié ne peut à lui seul permettre de répondre à toutes les questions, et d'expliquer tous les mécanismes qui président au déroulement des activités vitales de cet organisme.

Il faut bien souligner en effet que, vu le rôle joué par les facteurs écologiques externes, le cycle est susceptible de subir d'année en année des fluctuations de plus ou moins grande amplitude. Il doit donc être considéré uniquement sous un angle relatif.

Le fait cependant que les conditions d'élevage soient extrêmement strictes et reproductibles, permet malgré tout d'éliminer bien des causes d'erreurs et de considérer cet animal comme un excellent matériel d'expérimentation biologique.

-:-:-:-:-:-:-:-

CONCLUSIONS

L'étude générale entreprise en vue de préciser les variations biochimiques au cours du cycle évolutif annuel de la Truite Arc-en-Ciel d'élevage a permis de montrer successivement :

- 1°) L'importance des variations atteignant tous les composés étudiés et la possibilité de classer ces derniers en deux grands groupes : eau, protéines totales et substances minérales d'une part, lipides totaux et glycogène d'autre part.
- 2°) Que dans ces variations elles-mêmes il est possible de distinguer deux grandes périodes caractéristiques de la biologie de l'animal :
 - une période de repos sexuel du début du mois de Janvier à la fin du mois de Septembre, période au cours de laquelle s'effectue surtout la croissance ;
 - une période d'activité sexuelle recouvrant le dernier trimestre de l'année et pendant laquelle les phénomènes sexuels deviennent prépondérants et masquent en grande partie les variations biochimiques normales de l'organisme.
- 3°) Que les modifications enregistrées sont en rapport étroit avec un certain nombre de facteurs généraux, écologiques et biologiques tels que l'alimentation, la température de l'eau, la luminosité et l'activité de la glande thyroïde.

Ces divers facteurs interviennent probablement par association pour permettre à l'animal d'assurer sa croissance. Si l'apport de nourriture constitue évidemment le *primum movens* de ce phénomène, il ne règle absolument pas par lui-même le déroulement progressif et d'amplitude de plus en plus grande qui s'établit au cours de la première moitié de l'année.

La faculté de croissance et celle de reproduction dominent donc nettement l'ensemble des activités biologiques de ce poisson.

Le Président de la Thèse :

L. REVOL

VU et permis d'imprimer

LYON, le 26 mai 1967

VU, le Doyen :

J.F. CIER

Le Recteur, Président du
Conseil de l'Université,

P. LOUIS

B I B L I O G R A P H I E

1. ALIEN (K.R.)

J. Anim. Ecol., 2, 1, (1940).

2. BELLET (R.)

Viral hemorrhagic septicemia (V.H.S.) of the Rainbow trout bred in France.

Ann. N.Y. Acad. Sci., 126 (1), 461, (1965).

3. BILINSKI (E.)

Utilization of Lipids by Fish : I. Fatty acid oxydation by tissue slices from dark and white muscle of rainbow trout (*Salmo gairdneri*).

Canad. J. Biochem., 41, 107-112, (1963).

4. BILINSKI (E.) and JONAS (R.E.E.)

Utilization of Lipids by Fish : II. Fatty acid oxydation by a particulate fraction from lateral line muscle.

Canad. J. Biochem., 42, 345-352, (1963).

5. BLACK (E.C.), ROBERTSON (A.C.), KWOK-CHUNG LAM and WING GAY CHIU.

Changes in glycogen, pyruvate and lactate content in rainbow trout during and following muscular activity.

J. Fish. Res. Bd. Can., 19, 409-436, (1962).

6. BOOKE (H.E.)

Blood serum protein and calcium levels in yearling brook trout.
Progr. Fish Cult., 26 (3), 107-110 (1964).

7. BROWN (M.E.)

The growth of brown trout (*Salmo trutta*) :
II. The effect of temperature on the growth of two years old trout.
J. Exp. Biol. 22, 145-155, (1946).

8. CALLAMAND (O.)

L'anguille européenne : les bases physiologiques de sa migration.
Ann. Inst. Oceanogr., 21, 361-440 (1943).

9. COLAS (J.) et DEVILLERS (C.)

Les Acides Aminés libres dans le développement de la Truite
(*Salmo irideus*).
C. R. Acad. Sci. (PARIS), 255, 1997-1998, (1962).

10. CONNOR (A.R.), ELLING (C.H.), BLACK (E.C.), COLLINS (G.B.), GAULEY (J.R.)
and TREVOR-SMITH (E.)

Changes in glycogen and lactate levels in migrating salmonid
Fishes ascending Experimental "Endless" Fishways.
J. Fish. Res. Bd. Can., 21 (2), 255-290, (1964).

11. COOPER (E.L.)

Periodicity of growth and change of conditions of brook trout
(*Salvelinus fontinalis*) in three Michigan trout streams.
Copeia, 2, 107, (1953).

12. DELSAL (J.L.)

Nouveau procédé d'extraction des Lipides du sérum par le méthylal.
Applications aux microdosages du cholestérol total, des Phospho-
aminolipides et des Protéides.
Bull. Soc. Chim. Biol. (PARIS), 26, 99-105, (1944).

13. DEUFEL (J.)

Untersuchungen über den Erreger der "Infektiösen Nierenschwellung und Leberdegeneration" der Forellen.
Arch. Fischereiw H 3 : 181-186 (1958)

14. DRILHON (A.)

Etude de quelques diagrammes électrophorétiques de plasmas de poissons.
C.R. Acad. Sci. (PARIS), 237, 1779-1781 (1953).

15. DRILHON (A.)

Etude biologique de quelques protéides sériques de sangs de Poissons au moyen de l'électrophorèse sur papier.
C.R. Soc. Biol. (PARIS), 148, 1218-1220 (1954).

16. DUMAZERT (C.)

Submicrodosage de l'azote dans la matière organique par la méthode de Kjeldahl.
Bull. Soc. Chim. Biol. (PARIS), 20, 1405-1418 (1938).

17. GRAS (J.), REYNAUD (R.), FREY (J.) et HENRY (J.C.)

Modifications biochimiques au cours du développement des oeufs et des Alevins de la Truite Arc-en-Ciel (*Salmo gairdnerii* Rich.)
C.R. Soc. Biol. (PARIS), 160, 1262-1264 (1966).

18. GRASSE (P.P.)

Traité de Zoologie : Anatomie Systématique, Biologie.
Tome XIII (1er Fascicule) Agnathes et Poissons.
Masson et Cie Ed. Paris, 783, (1958).

19. GREENE (C.W.)

An undescribed longitudinal differentiation of the great lateral muscle of the King Salmon.
Anat. Rec., 7, 99-101, (1913).

20. HOCHACHKA (P.W.)

The effect of Physical Training on oxygen debt and glycogen reserves in trout.
Can. J. Zool., 39, 767-776, (1961).

21. HOCHACHKA (P.W.)

Liver Glycogen Reserves of interacting Resident and introduced Trout Populations.
J. Fish. Res. Bd. Can., 18 (1), 125-135, (1961).

22. HOCHACHKA (P.W.) and SINCLAIR (A.C.)

Glycogen Stores in trout tissues, before and after Stream Planting.
J. Fish. Res. Bd. Can., 19 (1), 127-136, (1962).

23. HUMPHRY (G.M.)

Muscles in vertebrate animals (Lepidosiren annectens, Mustelus laevis, Ceratodus).
J. Anat. Phys., 6, 253-287, (1872).

24. IVERSON (J.L.)

Steelhead trout. Description and proximate composition.
Conn. Fish. Rev., 20, (11), 26-27, (1958).

25. KLINGER (K.)

Forellenfütterung und "neue Krankheit" (infektiöse Nierenschwamm-
lung und Leberdegeneration der Regenbogenforellen - INuL-).
Allgem. Fisch. Z., 83, 12-14, 27-30, (1958).

26. KNOBLOCH (A.), MATSUDAIRA (H.) et VENDRELY (R.).

Etude biochimique comparée de désoxyribonucléoprotéines isolées
des spermatozoïdes de quelques espèces de poissons.
C.R. Acad. Sci. (PARIS), 246, 2679-2682, (1958).

27. KOROLEVA (N.V.)

Variation of Protein content of blood serum of rainbow trout
with age and nutrition.
Dokl. Akad. Nauk, SSSR, Otd. Biol., 149 (5), 1185-1186, (1963).

28. LE DANOIS (Y.)

Sur l'adaptation morphologique et myologique des poissons à nage rapide.

C.R. Acad. Sci. (PARIS), 236, 1092-1095, (1953).

29. MILLER (R.B.), SINCLAIR (A.C.) and HOCHACHKA (P.W.)

Diet, Glycogen Reserves and Resistance to fatigue in hatchery Rainbow trout.

J. Fish. Res. Bd. Can, 16 (3), 321-328 (1959).

30. MONTGOMERY (R.)

Determination of glycogen.

Arch. Biochem., 67, 378-386, (1957).

31. MRSIC (N.)

Die Spätbefruchtung und der Einfluss auf die Entwicklung und Geschlechtsbildung experimentell nachgeprüft an der Regenbogenforelle.

Arch. Mikr. Anat. Entw-Meck, 98, 129-209, (1923).

32. ONO (T.), SENO (J.), NAGAYAMA (F.) and HIKOTA (K.)

Studies on the fat metabolism of Fish. 2. Histological and chemical studies on fat and Phosphorus in rainbow trout.

J. Tokyo Univ. Fish., 45 (1), 79-88, (1959).

33. PADOA (E.)

Differenziazione e inversione sessuale (feminizzazione) di avannotti, di Trota trattati con ormone folliculare.

Monit. Zool. Ital., 48, 195-203, (1937).

34. PADOA (E.)

Observations sur la différenciation du sexe normal et modifié par hormone folliculaire.

Bio. Morphosis, 1, 337-354, (1939).

35. PHILIPPS Jr (A.M.), LIVINGSTON (D.L.) and DUMAS (R.F.)

Effect of starvation and feeding on the chemical composition of brook trout.
Progr. Fish. Cult., 22, 147-154, (1960).

36. RANDOIN (L.)

Tables de composition des aliments, 1 vol. 116 p.
J. Lanore Ed. PARIS, 3e ed., (1961).

37. SHANKS (W.E.), GAHLER (G.D.) and HALVER (J.E.)

The indispensable Amino-acids for Rainbow Trout.
Progr. Fish. Cult., 24, 68-73, (1962).

38. SMITH (S.)

The development of the Rainbow trout (*Salmo irideus*). II The metabolism of carbohydrates and fats.
J. Exp. Biol., 29, 650-666, (1952).

39. SWIFT (D.R.)

Seasonal variations in the growth rate, Thyroid gland activity and food reserves of brown Trout.
(*Salmo trutta* Linn).
J. Exp. Biol., 32, 751-764, (1955).

40. TARR (H.L.A.)

Metabolisme of 6-Phosphogluconic acid and gluconic acid in *Salmo gairdnerii*.
Canad. J. Biochem., 41, 313-325, (1963).

41. VENDRELY (C.), KNOBLOCH (A.) et VENDRELY (R.)

Contribution à l'étude biochimique comparée de diverses désoxyribonucléoprotéines d'origine animale.
Biochim. Biophys. Acta (Amst), 19, 472-479, (1956).

42. VENDRELY (R.), KNOBLOCH (A.), VENDRELY (C.)

Les désoxyribonucléoprotéines du noyau cellulaire et le mécanisme de transformation de la nucléohistone en nucléoprotamine.
C.R. Acad. Sci. (PARIS), 246, 3128-3130, (1958).

43. VENDRELY (R.), KNOBLOCH-MAZEN (A.) et VENDRELY (C.)

Données biochimiques récentes sur la relation entre acide désoxyribonucléique et protéines basiques dans le noyau.
Biochem. Pharmacol., 4, 19-28, (1960).

44. WEISER (M.) und OTTE (E.)

Chemische und histologische Untersuchungen von Wild - und Teichforellen.
Wien. Tierärztl. Monatssch., 51, 98-106, (1964).

45. WINGFIELD (C.A.)

The effect of certain environmental factors on the growth of brown trout (*Salmo trutta*).
J. Exp. Biol., 17, 435, (1940).

-:-:-:-:-:-:-:-

T A B L E d e s M A T I E R E S

INTRODUCTION	1
NOTIONS ÉCOLOGIQUES, ZOOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES GÉNÉRALES	4
I - Variétés	6
1°) La truite arc-en-ciel	6
2°) Les autres variétés	8
II - Morphologie et biologie	11
1°) Description des organes externes et musculaires ...	11
2°) Description des organes internes	14
NOTIONS GÉNÉRALES DE PISCICULTURE	19
I - Alimentation	19
II - Reproduction	23
A) En Rivière	23
B) En Élevage	24
1°) Sélection des reproducteurs	24
2°) Fécondation artificielle	25
III - Éléments de pathologie pisciaire	31
1°) Causes diverses	31
2°) Affections mycologiques	31
3°) Affections parasitaires	32
4°) Affections bactériennes	33
5°) Affections virales	33

RAPPEL DES TRAVAUX ANTERIEURS	37
TRAVAUX PERSONNELS	42
I - Techniques analytiques utilisées	42
1°) Prélèvement, transport et préparation du matériel d'expérience	42
2°) Techniques de dosage	43
II - Résultats	46
III - Discussion	65
A) Etude particulière de chaque constituant	66
1°) Teneur en eau	66
2°) Teneur en protéines totales	68
3°) Teneur en matières minérales	70
4°) Teneur en lipides totaux	71
5°) Teneur en glycogène	73
B) Etude biologique générale	75
CONCLUSIONS	81
BIBLIOGRAPHIE	83
TABLE DES MATIERES	90

-:-:-:-:-

